

PERAMALAN VOLUME PENJUALAN SEPEDA MOTOR DI KABUPATEN TRENGGALEK DENGAN MENGUNAKAN METODE ARIMAX DAN ANFIS

Nama : I Made Bayu Kurniawan
NRP : 1310 100 008
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Pembimbing : Santi Puteri Rahayu, M.Si., Ph.D.
Co. Pembimbing : Dr. Suhartono, M.Sc

ABSTRAK

Dewasa ini transportasi merupakan sektor yang sangat penting bagi masyarakat dunia termasuk Indonesia. Salah satu sarana transportasi yang paling banyak disukai masyarakat adalah sepeda motor. Dalam pasar sepeda motor Indonesia, sepeda motor merk “X” selalu menjadi market leader. PT. “C” sebagai distributor sepeda motor merk “X” berupaya untuk menguasai pangsa pasar sepeda motor di Jawa Timur khususnya di Kabupaten Trenggalek dengan strategi pemasaran berbasis peramalan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan metode ARIMAX dan ANFIS dalam meramalkan total market sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek baik dengan ataupun tanpa pendekatan disagregasi.. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ramalan dengan disagregasi ternyata lebih baik daripada ramalan tanpa disagregasi. Peramalan terbaik untuk total market sepeda motor bebek menggunakan model ANFIS dengan fungsi Gbell. Peramalan terbaik untuk total market sepeda motor matic menggunakan model ARIMAX (0,0,[2,13]) (1,0,0)¹². Peramalan terbaik untuk total market sepeda motor sport menggunakan model ARIMAX ([1,12],0,[2,6]).

Kata Kunci : Total Market, ARIMAX, ANFIS, Disagregasi

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

FORECASTING OF MOTORCYCLE SALES IN TRENGGALEK DISTRICT BY USING ARIMAX AND ANFIS

Name : I Made Bayu Kurniawan
NRP : 1310 100 008
Departement : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Santi Puteri Rahayu, M.Si., Ph.D.
Co. Supervisor : Dr. Suhartono, M.Sc

ABSTRACT

Today the transportation sector is very important for people around the world, including Indonesia. One of the favorite vehicle is motorcycle. In the Indonesian market, motorcycle “X” always become a market leader. PT. “C” as motorcycle “X” distributor company, try to control the motorcycle market share in East Java, especially in Trenggalek district. In order to achieve its goal, PT. “C” needs forecasting of future total market. Therefore, this study aimed to compare ARIMAX and ANFIS methods in forecasting the total market of motorcycle by types in Trenggalek district. The comparison also applied to the forecast results before and after its disaggregated. The results showed that forecast model with disaggregation approach is better than forecast model without disaggregation. The best forecasting for the total market cub is using ANFIS model with Gbell function. The best forecasting for the total market matic is using ARIMAX $(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$. The best forecasting for the total market sport is using ARIMAX $([1,12],0,[2,6])$.

Keywords : Total Market, ARIMAX, ANFIS, Disaggregation

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka dalam penelitian ini meliputi uraian mengenai metode yang digunakan antara lain statistika deskriptif, regresi linier, model *time series* (ARIMAX), dan model ANFIS serta penjelasan mengenai PT. “C” beserta jenis-jenis sepeda motor merk “X” yang dipasarkan.

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif hanya memberikan informasi mengenai data yang dimiliki dan sama sekali tidak menarik inferensia atau kesimpulan apapun tentang gugus data induknya yang lebih besar, sehingga dapat diketahui karakteristik dan frekuensi yang didapatkan dari setiap variabel yang diteliti. Informasi tersebut dapat disajikan dalam bentuk grafik, tabel, serta besaran-besaran seperti nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi maupun nilai maksimum dan minimum. Persamaan untuk mendapatkan nilai rata-rata dari suatu sampel data adalah :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Sedangkan persamaan untuk mendapatkan nilai standar deviasi dari suatu sampel data adalah :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Statistika deskriptif umumnya digunakan sebagai tahap pertama yang ditempuh sebelum menganalisa data lebih jauh. Adapun fungsi dari bentuk statistika deskriptif yaitu mendeskripsikan karakteristik dari suatu variabel, mempelajari distribusi variabel pokok, dan memilih klasifikasi pokok tabulasi silang (Walpole, 1995).

2.2 Regresi Linier

Regresi linier adalah alat statistik yang dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu atau beberapa variabel prediktor terhadap satu buah variabel respon. Secara umum regresi linier terdiri dari dua jenis, yaitu regresi linier sederhana dan regresi linier berganda (Draper & Smith, 1998).

2.2.1 Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi linier sederhana dipergunakan untuk mengetahui pengaruh antara satu buah variabel prediktor terhadap satu buah variabel respon. Persamaan umumnya adalah :

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \quad (2.3)$$

dengan \hat{Y}_i adalah variabel respon dan X_i adalah variabel prediktor. Koefisien β_0 adalah konstanta (*intercept*) yang merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y pada koordinat kartesius. β_1 adalah koefisien regresi variabel prediktor. Sedangkan ε_i adalah komponen *error* yaitu selisih antara data asli dengan hasil regresi.

2.2.2 Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier berganda pada dasarnya sama dengan analisis regresi linier sederhana, hanya saja variabel prediktornya berjumlah lebih dari satu buah. Persamaan umum regresi linier berganda adalah :

$$\hat{Y}_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \cdots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i \quad (2.4)$$

dengan \hat{Y}_i adalah variabel terikat, dan $X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{pi}$ adalah variabel-variabel prediktor, β_0 adalah konstanta, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ adalah koefisien regresi pada masing-masing variabel prediktor dan ε_i adalah komponen *error*.

2.2.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Persamaan umum regresi linier juga dapat dijabarkan dalam bentuk matriks yaitu :

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (2.5)$$

dengan \mathbf{Y} merupakan variabel respon, \mathbf{X} merupakan variabel prediktor, $\boldsymbol{\beta}$ merupakan koefisien regresi dan $\boldsymbol{\varepsilon}$ merupakan *error*.

Parameter model regresi linier diestimasi dengan persamaan sebagai berikut :

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y} \quad (2.6)$$

Selanjutnya signifikansi parameter tersebut dapat diuji dengan hipotesis sebagai berikut (Draper & Smith, 1998)

$H_0 : \beta_k = 0$ (Prediktor ke- k tidak berpengaruh signifikan terhadap respon)

$H_1 : \beta_k \neq 0$ (Prediktor ke- k berpengaruh signifikan terhadap respon).

Statistik uji yang digunakan adalah $t = \frac{\hat{\beta}_k}{S.E(\hat{\beta}_k)}$ dengan $k = 1, 2, \dots, p$.

H_0 ditolak jika $|t| > t_{(\frac{\alpha}{2}, n-p-1)}$.

2.3 Model Time Series

Time series merupakan serangkaian observasi terhadap suatu variabel yang diambil secara berurutan berdasarkan interval waktu yang tetap (Wei, 2006). Model *time series* seringkali digunakan sebagai gambaran dalam membuat mekanisme peramalan nilai masa depan maupun optimalisasi sistem kontrol. Rangkaian data pengamatan *time series* dinyatakan dengan variabel Z_t dimana t adalah indeks waktu dari urutan pengamatan. Sebelum melakukan pemodelan dengan analisis *time series*, terlebih dahulu perlu dilakukan langkah identifikasi terhadap stasioneritas data serta pola yang ditunjukkan oleh *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF).

2.3.1 Stasioneritas Data

Data *time series* dapat dikatakan stasioner apabila *mean* dan *varians* dari data tersebut berada dalam kondisi konstan atau tidak menunjukkan adanya tanda-tanda perubahan yang sistematis. Pemodelan dengan menggunakan analisis *time series* mengharus-

kan data untuk memenuhi asumsi stasioner, sehingga data yang tidak stasioner harus ditransformasi sedemikian rupa agar menjadi stasioner. Data yang tidak stasioner dalam *mean* dapat distasionerkan dengan melakukan *differencing*. *Differencing* orde ke- d dapat dituliskan sebagai berikut

$$\Delta^d Z_t = (1 - B)^d Z_t. \quad (2.7)$$

Sedangkan data yang tidak stasioner dalam varians dapat distasionerkan dengan melakukan transformasi Box-Cox sebagai berikut

$$T(Z_t) = \begin{cases} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \lim_{\lambda \rightarrow 0} \frac{Z_t^\lambda - 1}{\lambda} = \ln Z_t, & \lambda = 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

Nilai λ yang digunakan dalam persamaan tersebut merupakan koefisien, dengan bentuk transformasi Box-Cox yang berbeda-beda. Berikut adalah tabel selengkapnya (Wei, 2006)

Tabel 2.1 Bentuk Transformasi Box-Cox Berdasarkan Nilai λ

Nilai Estimasi λ	Transformasi $T(Z_t)$
-1	$\frac{1}{Z_t}$
-0,5	$\frac{1}{\sqrt{Z_t}}$
0	$\ln(Z_t)$
0,5	$\sqrt{Z_t}$
1	Z_t

A. Autocorrelation Function (ACF)

Autocorrelation function (ACF) merupakan suatu fungsi yang menyatakan hubungan atau korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} dalam rangkaian data *time series*. Persamaan umum yang digunakan untuk menggambarkan ACF yaitu :

$$\hat{\rho}_k = \frac{\hat{\gamma}_k}{\hat{\gamma}_0} = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2}, \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (2.9)$$

dimana $\bar{Z} = \sum_{t=1}^n \frac{Z_t}{n}$ merupakan nilai rata-rata dari data *time series* yang digunakan (Wei, 2006).

B. Partial Autocorrelation Function (PACF)

Partial Autocorrelation Function (PACF) digunakan untuk mengetahui korelasi antara Z_t dan Z_{t+k} , setelah pengaruh linier dari $Z_{t+1}, Z_{t+2}, \dots, Z_{t+k-1}$ dihilangkan. Nilai PACF disimbolkan dengan $\phi_{11} = \rho_1$ dan nilai dari ϕ_{kk} dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\hat{\phi}_{k+1,k+1} = \frac{\hat{\rho}_{k+1} - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^k \hat{\phi}_{kj} \hat{\rho}_j} \quad (2.10)$$

dan

$$\hat{\phi}_{k+1,j} = \phi_{kj} - \hat{\phi}_{k+1,k+1} \hat{\phi}_{k,k+1-j}, \quad j = 1, 2, \dots, k. \quad (2.11)$$

2.3.2 Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA)

Model ARIMA merupakan model peramalan linier yang dihasilkan dari kombinasi model *Autoregressive* (AR) dan *Moving Average* (MA). Model ini seringkali digunakan dalam peramalan data *time series* dan sangat kuat digunakan untuk peramalan jangka pendek (Hanke & Wichern, 2005). Bentuk umum model ARIMA orde (p,d,q) dengan *differencing* sebanyak d adalah sebagai berikut

$$\phi_p(B)(1-B)^d Z_t = \theta_0 + \theta_q(B) a_t. \quad (2.12)$$

Sedangkan model ARIMA dengan pengaruh musiman atau seasonal dinyatakan sebagai berikut (Wei, 2006)

$$\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Z_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S) a_t \quad (2.13)$$

dimana :

p = orde AR

q = orde MA

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\Phi_P(B^S) = (1 - \Phi_1 B - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_P B^{PS})$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\Theta_Q(B^S) = (1 - \Theta_1 B - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS}).$$

A. Identifikasi Model ARIMA

Identifikasi awal untuk menduga model ARIMA yang terbentuk dapat dilakukan dengan memperhatikan plot ACF dan PACF. Bowerman dan O'Connell (1993) menyatakan bahwa ciri-ciri model *time series* dapat ditentukan berdasarkan pola yang dibentuk oleh ACF dan PACF seperti pada tabel berikut

Tabel 2.2 Identifikasi Model ARIMA Berdasarkan Plot ACF dan PACF

Model	ACF	PACF
AR (p)	Turun secara cepat menuju nol	Terputus setelah lag p
MA (q)	Terputus setelah lag q	Turun secara cepat menuju nol
AR (p) atau MA (q)	Terputus setelah lag q	Terputus setelah lag p
ARMA (p, q)	Turun cepat secara eksponensial	Turun cepat secara eksponensial

Selain menggunakan plot ACF dan PACF, model ARIMA juga dapat diduga dengan menggunakan kriteria MINIC (*Minimum Information Criterion*), SCAN (*The Smallest Canonical*), atau ESACF (*The Extended Sample Autocorrelation Function*).

B. Estimasi Parameter Model ARIMA

Cryer & Chan (2008) menyatakan bahwa metode *Least Square Estimation* merupakan salah satu metode estimasi parameter model *time series* yang lebih baik digunakan setelah metode momen yang sederhana namun sering tidak cocok untuk digunakan dalam beberapa model *time series*. Metode ini didasarkan pada konsep meminimumkan nilai jumlah kuadrat *error* dari model.

Misalkan terdapat suatu model *time series* berupa AR (1) : $Z_t - \mu = \phi(Z_{t-1} - \mu) + a_t$ dimana persamaan *time series* tersebut dapat diasumsikan sebagai suatu model regresi dengan Z_{t-1} sebagai variabel prediktor dan Z_t sebagai variabel respon. Estimasi dengan menggunakan metode *least square* dilakukan dengan

meminimumkan nilai selisih $(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)$ sehingga didapatkan jumlah kuadrat sebagai berikut

$$S_c(\phi, \mu) = \sum_{t=2}^n [(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)]^2. \quad (2.14)$$

Diferensiasi persamaan tersebut dilakukan untuk meminimumkan jumlah kuadrat *error* dengan rumusan sebagai berikut

$$\frac{\partial S_c}{\partial \mu} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \mu) - \phi(Z_{t-1} - \mu)](-1 + \phi) = 0. \quad (2.15)$$

Selanjutnya diperoleh nilai estimasi untuk rata-rata dari model AR (1) tersebut yaitu

$$\hat{\mu} = \frac{1}{(n-1)(1-\phi)} [\sum_{t=2}^n Z_t - \phi \sum_{t=2}^n Z_{t-1}]. \quad (2.16)$$

dimana untuk nilai n yang cukup besar berlaku persamaan $\frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n Z_t \approx \frac{1}{n-1} \sum_{t=2}^n Z_{t-1} \approx \bar{Z}$ sehingga diperoleh :

$$\hat{\mu} = \frac{1}{1-\phi} (\bar{Z} - \phi \bar{Z}) = \bar{Z}. \quad (2.17)$$

Metode diferensiasi yang sama diterapkan untuk mendapatkan nilai estimasi parameter ϕ dengan persamaan sebagai berikut

$$\frac{\partial S_c(\phi, \bar{Z})}{\partial \phi} = \sum_{t=2}^n 2[(Z_t - \bar{Z}) - \phi(Z_{t-1} - \bar{Z})](Z_{t-1} + \bar{Z}) = 0. \quad (2.18)$$

Sehingga didapatkan nilai estimasi parameter ϕ untuk model AR (1) sebagai berikut

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^n (Z_t - \bar{Z})(Z_{t-1} - \bar{Z})}{\sum_{t=2}^n (Z_{t-1} - \bar{Z})^2} \quad (2.19)$$

(Cryer & Chan, 2008).

2.3.3 Model *Time Series* dengan Efek Variasi Kalender (Model ARIMAX)

Di dunia ini terdapat banyak data ekonomi dan bisnis yang merupakan data *time series* bulanan dan memiliki kemungkinan menjadi subjek dari dua jenis efek variasi kalender (Liu, 1986). Efek kalender yang pertama adalah perubahan aktivitas ekonomi dan bisnis yang bergantung pada jumlah hari aktif mingguan. Efek kalender ini disebut sebagai *trading day effects*. Sementara ada

pula pengaruh hari libur akibat adanya hari besar keagamaan maupun festival-festival tradisional yang disebut sebagai *holiday effects*.

Pemodelan *time series* dengan menambahkan beberapa variabel yang dianggap memiliki pengaruh yang signifikan terhadap data seringkali dilakukan untuk menambah akurasi peramalan dalam suatu penelitian. Model ARIMAX adalah bentuk modifikasi dari model dasar ARIMA seasonal dengan penambahan variabel prediktor. Efek variasi kalender merupakan salah satu variabel prediktor yang seringkali digunakan dalam pemodelan tersebut. Menurut Lee, Suhartono, dan Hamzah (2010), terdapat dua jenis model ARIMAX. Model pertama adalah ARIMAX dengan stokastik *trend* yang tidak melibatkan variabel *dummy trend* sehingga memungkinkan adanya *differencing* pada bentuk ARIMA non seasonal dan atau seasonalnya. Berikut adalah model ARIMAX dengan stokastik *trend* :

$$Y_t = \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_P(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D} a_t. \quad (2.20)$$

Model yang kedua adalah model ARIMAX dengan *deterministic trend* yang melibatkan variabel *dummy trend* sehingga tidak perlu *differencing* pada bentuk ARIMA non seasonal dan atau seasonalnya. Berikut adalah model ARIMAX dengan *deterministic trend* :

$$Y_t = \gamma_t + \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_Q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_P(B^S)^D} a_t. \quad (2.21)$$

Pemodelan di atas terdiri dari variabel respon yaitu data *time series* dan variasi kalender yang berperan sebagai *dummy variable*. Lee, Suhartono, dan Hamzah (2010) menyatakan bahwa langkah penyelesaian analisis dengan menggunakan model ARIMAX adalah sebagai berikut :

1. Menentukan variabel *dummy* berdasarkan periode variasi kalender.
2. Melakukan pemodelan regresi *time series* dengan persamaan :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + N_t \quad (2.22)$$

Model regresi *time series* tersebut memiliki bentuk yang sama dengan regresi linier biasa. Hanya saja, variabel respon dan

variabel prediktornya dipengaruhi oleh runtun waktu t dimana $t = 1, 2, \dots, n$. Apabila residual model regresi *time series* sudah *white noise*, maka pemodelan dihentikan. Namun apabila residual model regresi *time series* tidak *white noise*, maka dilanjutkan ke langkah 3.

3. Memodelkan residual regresi *time series* dengan menggunakan model ARIMA sebagai berikut

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)Z_t = \theta_q(B)\Theta_q(B^S)a_t \quad (2.23)$$

4. Menggabungkan model regresi *time series* dengan model ARIMA residualnya untuk membentuk model ARIMAX. Model ARIMAX yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

$$Y_t = \gamma_t + \beta_1 V_{1,t} + \beta_2 V_{2,t} + \dots + \beta_p V_{p,t} + \frac{\theta_q(B)\Theta_q(B^S)}{\phi_p(B)\Phi_p(B^S)^D} a_t \quad (2.24)$$

5. Melakukan uji signifikansi parameter dengan uji t .
6. Melakukan pengecekan diagnosa terhadap residual dari model hingga memenuhi asumsi *white noise* serta berdistribusi normal.

A. Uji Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter model ARIMAX dilakukan untuk mengetahui apakah variabel-variabel yang ada di dalam model ARIMAX tersebut merupakan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap data *time series* yang dianalisis. Misalkan pengujian dilakukan untuk mengetahui signifikansi parameter MA (θ) maka hipotesis yang digunakan yaitu :

$$H_0 : \theta_j = 0 \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, q$$

$$H_1 : \theta_j \neq 0 \text{ dengan } j = 1, 2, \dots, q$$

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\theta}_j}{S.E(\hat{\theta}_j)} \quad (2.25)$$

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, n-np}$ dengan np adalah banyaknya parameter atau tolak H_0 jika $p\text{-value}$ kurang dari nilai α (Bowerman & O'Connell, 1993).

B. Uji Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model dilakukan dengan menganalisis residual dari model yang terbentuk. Model dikatakan sesuai jika residual yang didapatkan memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Uji Ljung-Box digunakan untuk menguji asumsi *white noise*, sementara uji kenormalan dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov.

Hipotesis yang digunakan dalam pengujian Ljung-Box adalah sebagai berikut :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_C = 0$ (residual *white noise*)

$H_1 : \text{minimal terdapat satu nilai } \rho_a \neq 0, \text{ untuk } a = 1, 2, \dots, C$
(residual tidak *white noise*)

Statistik uji :

$$Q = n(n+2) \sum_{a=1}^C (n-a)^{-1} \hat{\rho}_a^2 \quad (2.26)$$

Tolak H_0 jika $Q > \chi_{\alpha, C-m}^2$, dengan $m = p + q$ (Wei, 2006).

Pengujian kenormalan residual dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov memiliki hipotesis sebagai berikut :

$H_0 : F_n(X) = F_0(X)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_n(X) \neq F_0(X)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik uji :

$$D_{hitung} = \sup |S(x) - F_0(x)| \quad (2.27)$$

dimana :

$S(x)$ = nilai distribusi kumulatif dari sampel

$F_0(x)$ = nilai distribusi kumulatif dari distribusi normal.

Hipotesis akan ditolak jika nilai $D_{hitung} > D_{(1-\alpha, n)}$ (Daniel, 1989).

C. Evaluasi Model

Evaluasi model digunakan untuk melakukan pemilihan model terbaik dari beberapa kemungkinan model *time series* yang didapatkan. Pada penelitian ini, evaluasi dilakukan terhadap ramalan *in-sample* dan *out-sample* dengan menggunakan tiga kriteria yaitu MAPE (*Mean Absolut Percentage Error*), SMAPE

(*Symmetric Mean Absolute Percentage Error*) dan MdRAE (*Median Relative Absolut Error*).

MAPE merupakan ukuran persentase absolut dari *error* yang dibandingkan dengan data asli. SMAPE hampir sama dengan MAPE hanya saja persentase absolut didapatkan dengan membandingkan *error* terhadap rata-rata dari data asli dan data ramalan. Sedangkan MdRAE merupakan ukuran yang menyatakan median dari nilai absolut *error* relatif yang telah dibandingkan dengan hasil ramalan metode acuan (Makridakis & Hibon, 2000). Berikut adalah persamaannya :

$$MAPE = \left(\frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \left| \frac{e_l}{Y_{n+l}} \right| \right) 100\% \quad (2.28)$$

$$SMAPE = \left(\frac{1}{M} \sum_{l=1}^M \left| \frac{e_l}{\frac{(Y_{n+l} + \hat{Y}_{n+l})}{2}} \right| \right) 100\% \quad (2.29)$$

$$MdRAE = Median \left| \frac{\frac{e_l}{Y_{n+l}}}{\frac{Y_{n+l} - \hat{Y}_{n+l}}{Y_{n+l}}} \right| \quad (2.30)$$

dengan :

e_l = *Error out-sample* ($Y_{n+l} - \hat{Y}_{n(l)}$)

Y_{n+l} = *Data out-sample*

\hat{Y}_{n+l} = Hasil ramalan *out-sample* dari metode yang akan diuji

$\hat{Y}_{\hat{N}_{n+l}}$ = Ramalan *out-sample* dari metode *benchmark*

M = Banyaknya data *out-sample*

Model yang paling baik adalah model yang memiliki nilai MAPE, SMAPE dan MdRAE yang terkecil. Hal ini dikarenakan semakin kecil nilai dari MAPE, SMAPE dan MdRAE maka semakin kecil selisih antara hasil ramalan dengan data asli sehingga tingkat akurasi semakin tinggi.

2.4 Model ANFIS

Konsep analisis dengan menggunakan metode ANFIS secara garis besar meliputi himpunan *fuzzy*, sistem inferensi *fuzzy*

dan ANFIS yang merupakan gabungan dari jaringan syaraf tiruan dengan sistem inferensi *fuzzy*.

2.4.1 Himpunan *Fuzzy*

Seperti halnya pendekatan probabilitas, konsep himpunan *fuzzy* juga dapat digunakan untuk mendekati ketidakpastian. Himpunan *fuzzy* tidak termasuk termasuk himpunan tegas atau himpunan klasik dengan batas yang jelas. Himpunan tegas tidak menggambarkan konsep dan pola pikir manusia yang cenderung relatif dan tidak teliti.

Jika X adalah kumpulan objek-objek yang dinyatakan secara umum oleh x , maka himpunan *fuzzy* \tilde{A} di X didefinisikan sebagai himpunan pasangan terurut sebagai berikut :

$$\tilde{A} = \{(x; \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad (2.31)$$

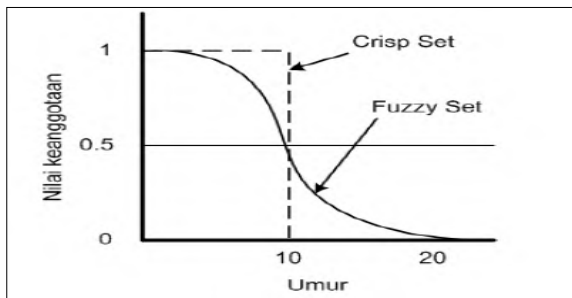
dimana $\mu_{\tilde{A}}(x)$ adalah fungsi keanggotaan (*membership function*) untuk himpunan *fuzzy* \tilde{A} dan berada dalam rentang 0 hingga 1 (Jang, Sun, & Mizutani, 1997).

Fungsi keanggotaan setiap elemen x ke tingkat keanggotaan (*membership grade*) atau nilai keanggotaan (*membership value*) antara 0 atau 1. Tingkat ke-*fuzzy*-an tidak berasal dari keacakan anggota himpunan, tetapi berasal dari ketidakpastian dan ketidak tepatan pikiran serta konsep yang abstrak (Jang *et al.*, 1997).

Naba (2009) menyatakan bahwa himpunan *fuzzy* berbeda dengan himpunan klasik. Himpunan klasik memiliki batasan yang jelas (*crisp set*), sehingga keanggotaan dari himpunan klasik dapat dinyatakan hanya dalam dua macam yaitu : menjadi anggota himpunan atau tidak. Sedangkan pada himpunan *fuzzy*, keanggotaan suatu elemen pada suatu himpunan lebih lanjut dinyatakan dengan derajat keanggotaannya.

Contoh himpunan *fuzzy* diilustrasikan pada gambar 2.1. Gambar tersebut merupakan himpunan orang muda. Representasi dengan *crisp set* menyatakan bahwa jika seseorang berumur di bawah 10 tahun maka ia merupakan himpunan orang muda, sebaliknya jika tidak maka ia tergolong tua.

Lain halnya dengan menggunakan *fuzzy set*, himpunan orang muda ditentukan oleh derajat keanggotaannya. Misalnya seseorang berumur 2 tahun merupakan himpunan orang muda dengan nilai keanggotaan 0,95 atau dengan kata lain sangat muda, orang berumur 10 tahun merupakan himpunan orang muda dengan nilai keanggotaan 0,5 sedangkan orang berumur 18 tahun merupakan himpunan orang muda dengan nilai keanggotaan 0,2 atau dengan kata lain kurang muda tetapi juga tidak terlalu tua. Kurva pada gambar tersebut juga ditafsirkan sebagai mapping dari input berupa umur seseorang menuju ke output berupa derajat kemudaan seseorang. Secara khusus, kurva semacam ini disebut sebagai fungsi keanggotaan atau *membership function*.



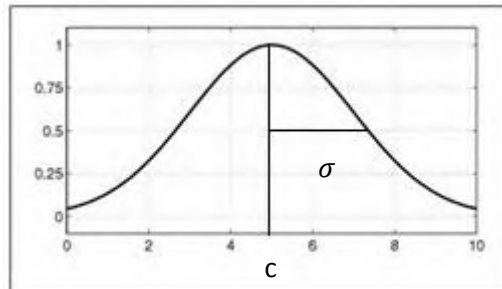
Gambar 2.1 Himpunan *Fuzzy*

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input data ke dalam nilai keanggotaannya atau sering juga disebut sebagai derajat keanggotaan yang memiliki interval antara 0 sampai 1 (Kusumadewi & Hartati, 2006). Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Berikut ini beberapa fungsi keanggotaan (*membership function*) yang sering digunakan

1. Fungsi keanggotaan *Gauss* secara umum ditentukan oleh parameter $\{c, \sigma\}$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x; \sigma, c) = e^{\frac{-(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.32)$$

Parameter c dan σ menunjukkan titik tengah dan lebar fungsi serta grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada Gambar 2.2.

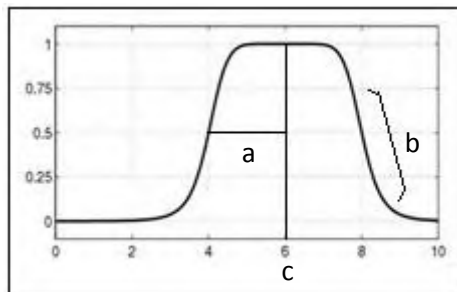


Gambar 2.2 Fungsi Keanggotaan *Gauss*

2. Fungsi keanggotaan *Generalized Bell* ditentukan oleh parameter $\{a, b, c\}$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$Gbell(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (2.33)$$

Parameter b selalu positif agar kurva menghadap ke bawah seperti terlihat pada Gambar 2.3.

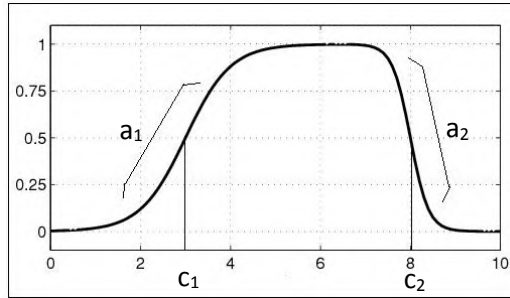


Gambar 2.3 Fungsi Keanggotaan *Generalized Bell*

3. Fungsi keanggotaan *Sigmoidal* ditentukan oleh parameter $\{a, c\}$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\text{sig}(x; a, c) = \frac{1}{1 + e^{[-a(x-c)]}} \quad (2.34)$$

Untuk grafik fungsi keanggotaan *Psig* (*product of two sigmoidal*), dipengaruhi oleh parameter a_1 , c_1 , a_2 , dan c_2 serta merupakan perkalian diantara dua fungsi *sigmoidal*. Gambar grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada gambar berikut

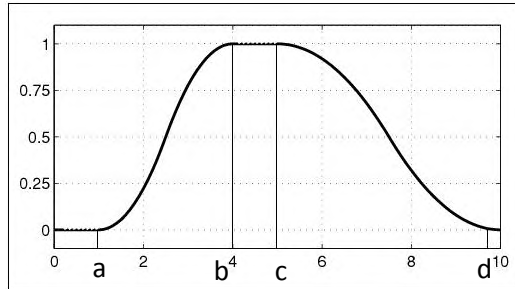


Gambar 2.4 Fungsi Keanggotaan *Psig*

4. Fungsi keanggotaan *Pi-shaped* ditentukan oleh parameter $\{a, b, c, d\}$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$f(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0, & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ 2 \left(\frac{x-a}{b-a} \right)^2, & a \leq x \leq \frac{a+b}{2} \\ 1 - 2 \left(\frac{x-b}{b-a} \right)^2, & \frac{a+b}{2} \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ 1 - 2 \left(\frac{x-c}{d-c} \right)^2, & c \leq x \leq \frac{c+d}{2} \\ 2 \left(\frac{x-d}{d-c} \right)^2, & \frac{c+d}{2} \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.35)$$

Grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada Gambar 2.5

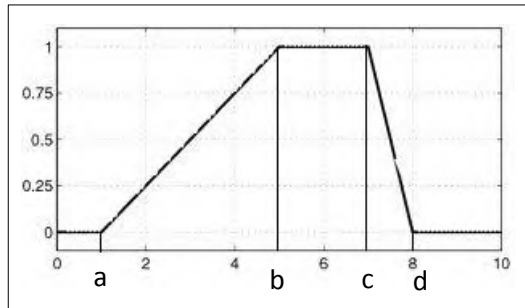


Gambar 2.5 Fungsi Keanggotaan *Pi-Shaped*

5. Fungsi keanggotaan *Trapezoidal* ditentukan oleh parameter $\{a, b, c, d\}$ yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & x \geq d \end{cases} \quad (2.36)$$

Grafik fungsi keanggotaannya diperlihatkan pada Gambar 2.6



Gambar 2.6 Fungsi Keanggotaan *Trapezoidal*

Selain kelima fungsi keanggotaan yang disebutkan, masih ada beberapa fungsi keanggotaan lainnya yang terdapat dalam *Toolbox Matlab*. Fungsi keanggotaan itu diantaranya adalah *Gaussian2*, *S-shaped*, *Z-shaped*, dan *Triangular*.

2.4.2 Sistem Inferensi Fuzzy

Sistem inferensi *fuzzy* adalah sebuah kerangka kerja perhitungan yang berdasar pada konsep teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy if-then*, dan pemikiran *fuzzy*. Sistem inferensi *fuzzy* ini telah berhasil diaplikasikan pada berbagai bidang, seperti kontrol otomatis, klasifikasi data, analisis keputusan, sistem pakar, prediksi *time series*, robotika, dan pengenalan pola. Sistem inferensi *fuzzy* juga dikenal dengan berbagai nama seperti *fuzzy rule based system* (sistem berbasis aturan *fuzzy*), *fuzzy expert system* (sistem pakar *fuzzy*), *fuzzy model*, *fuzzy associative memory*, *fuzzy logic controller* (pengendali logika *fuzzy*), dan sistem *fuzzy* sederhana.

Struktur dasar dari sistem inferensi *fuzzy* berisi tiga komponen konseptual yaitu :

1. Dasar aturan yang berisi sebuah pemilihan aturan *fuzzy*.
2. *Database* yang mendefinisikan fungsi keanggotaan yang digunakan dalam aturan *fuzzy*.
3. Mekanisme pemikiran yang mengerjakan prosedur inferensi terhadap aturan dan kenyataan yang diketahui untuk menurunkan output atau kesimpulan yang masuk akal.

Sistem inferensi *fuzzy* dapat mengambil input *fuzzy* ataupun *crisp*, tetapi outputnya hampir selalu menghasilkan himpunan *fuzzy*. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode defuzzifikasi untuk mendapatkan nilai *crisp*.

Model *fuzzy* Sugeno diusulkan oleh Takagi, Sugeno, dan Kang dalam usaha untuk membangun pendekatan sistematis untuk menggenerate aturan *fuzzy* dari dataset input-output yang diberikan. Aturan *fuzzy* tipikal dalam sebuah model *fuzzy* Sugeno berbentuk : Jika x adalah A dan y adalah B maka $z = f(x, y)$ dimana A dan B adalah himpunan *fuzzy* dalam *antecedent*,

sedangkan $z = f(x, y)$ adalah fungsi *crisp* dalam *consequent*. Biasanya $f(x, y)$ adalah sebuah polynomial dalam variabel input x dan y tetapi ini dapat menjadi suatu fungsi selama dapat menjelaskan output model dalam daerah *fuzzy* yang telah ditentukan oleh aturan *antecedent* secara sesuai. Ketika $f(x, y)$ adalah polynomial orde satu, menghasilkan sistem inference *fuzzy* maka disebut model *fuzzy* Sugeno orde nol (Widodo, 2005).

Secara umum, bentuk model aturan *fuzzy* Takagi-Sugeno menggunakan bentuk aturan IF-THEN untuk model *fuzzy* Takagi-Sugeno orde nol (keluaran berupa konstanta) yaitu :

$$\begin{aligned} &IF((x_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ AND } (x_3 \text{ is } A_3) \dots (x_n \text{ is } A_n)) \\ &THEN z = k \end{aligned}$$

A_n adalah himpunan *fuzzy* ke- n sebagai *antecedent* dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.

Sedangkan untuk model *fuzzy* Takagi-Sugeno orde satu (keluaran berupa persamaan linear) adalah :

$$\begin{aligned} &IF((x_1 \text{ is } A_1) \text{ AND } (x_2 \text{ is } A_2) \text{ AND } (x_3 \text{ is } A_3) \dots (x_n \text{ is } A_n)) \\ &THEN z = p_1x_1 + p_2x_2 + p_3x_3 + \dots + p_nx_n + q \end{aligned}$$

A_n adalah himpunan *fuzzy* ke- n sebagai *antecedent*, p_n suatu konstanta(tegas) ke- n , dan q adalah konstanta dalam konsekuen.

Kelebihan yang dimiliki oleh logika *fuzzy* Takagi-Sugeno dibandingkan dengan logika *fuzzy* jenis lain adalah *fuzzy* Takagi-Sugeno lebih efisien secara komputasional, bekerja lebih baik dalam hal linearitas, dapat bekerja dengan lebih baik dengan teknik optimasi serta adaptif, dapat bekerja untuk keluaran yang sifatnya berubah secara kontinu serta cocok untuk analisis secara matematis karena keluarannya dapat berupa persamaan linear maupun konstanta (Naba, 2009).

2.4.3 Model Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems (ANFIS)

Adaptive Neuro Fuzzy Inference Systems (ANFIS) merupakan gabungan dari *Artificial Neural Network* (ANN) dan *Fuzzy Inference Systems* (FIS). Adapun dasar dari pemodelan

ANFIS adalah himpunan *fuzzy*, fungsi keanggotaan, dan sistem inferensi. ANFIS adalah jaringan adaptif yang berbasis pada sistem inferensi *fuzzy*. Parameter ANFIS dapat dipisahkan menjadi dua yaitu parameter premis dan konsekuensi yang dapat diadaptasikan dengan pelatihan *hybrid*. Pelatihan *hybrid* dilakukan dalam dua langkah yaitu langkah maju dan balik.

Arsitektur ANFIS Sugeno terdiri atas lima layer dan setiap layer terdapat dua macam node yaitu node adaptif (bersymbol kotak) dan node tetap (bersymbol lingkaran). Berikut merupakan fungsi pada tiap layer (Jang *et al.*, 1997).

A. Layer 1 (*Fuzzifikasi*)

Setiap node I pada layer 1 ini adalah node adaptif dengan fungsi node sebagai berikut :

$$O_{1,it} = \mu_{Ai}(x_1), i = 1,2 \text{ dan } O_{1,i} = \mu_{Bi}(x_2), i = 1,2. \quad (2.37)$$

Dengan x_1 atau x_2 merupakan input node ke-I, $A_i(x_1)$ atau $B_i(x_2)$ adalah label linguistik (seperti ‘besar’ atau ‘kecil’) yang terkait dengan node tersebut. $O_{1,it}$ merupakan derajat keanggotaan himpunan *fuzzy* A_1, A_2 , atau B_1, B_2 .

B. Layer 2 (*Operasi Logika Fuzzy*)

Setiap node pada layer ini adalah node tetap berlabel Π dengan outputnya adalah produk dari semua sinyal yang datang yaitu :

$$O_{2,it} = w_{it} = \mu_{Ai}(x_1)\mu_{Bi}(x_2), i = 1,2. \quad (2.38)$$

Setiap keluaran node dari layer ini menyatakan kuat penyulutan dari aturan.

C. Layer 3 (*Normalized Firing Strength*)

Node pada layer 3 merupakan node tetap berlabel N. Masing-masing node menampilkan derajat pengaktifan ternormalisasi yaitu :

$$O_{3,it} = w_{it}^* = \frac{w_{it}}{w_{1t} + w_{2t} + w_{kt}}, i = 1,2, \dots k. \quad (2.39)$$

D. Layer 4 (Defuzzifikasi)

Setiap node pada layer ini adalah node adaptif dengan fungsi node sebagai berikut :

$$O_{4,it} = w_{it}^* f_i = w_{it}^* (p_i x_1 + q_i x_2 + r_i). \quad (2.40)$$

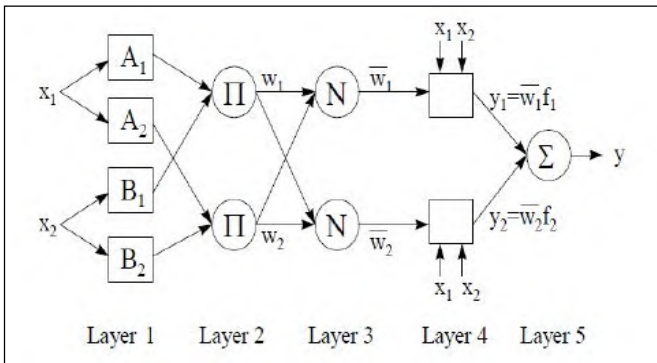
w_{it}^* merupakan derajat pengaktifan ternormalisasi dari layer 3, (p_i , q_i , r_i) adalah himpunan parameter dari node tersebut dan dikenal sebagai parameter konsekuen.

E. Layer 5 (Perhitungan output)

Node tunggal dari layer ini adalah node tetap berlabel Σ yang menghitung output keseluruhan sebagai penjumlahan semua sinyal yang datang, yaitu :

$$O_{5,it} = \sum_i w_{it}^* f_i. \quad (2.41)$$

Berikut merupakan gambar struktur ANFIS



Gambar 2.7 Struktur ANFIS

ANFIS menggunakan suatu prosedur *hybrid learning* yang terdiri atas dua langkah, yaitu langkah maju dan langkah mundur (Widodo, 2005).

1. Pada langkah maju, parameter premis tetap, sedangkan parameter konsekuen diidentifikasi dengan metode LSE (*Least Square Estimator*).
2. Pada langkah mundur sinyal *error* antara output yang diinginkan dan output aktual dirambatkan mundur sedangkan

parameter premis diperbarui dengan metode *error backpropagation* (EBP).

Tabel 2.3 Metode Pembelajaran Pada ANFIS

	Langkah Maju	Langkah Mundur
Parameter Premis	Tetap	EBP
Parameter Konsekuen	LSE	Tetap
Sinyal	Keluaran Simpul	Laju Kesalahan

Berikut merupakan langkah mundur pada ANFIS. Pada layer 5 dilakukan perhitungan *error* dengan rumus differensial dari perhitungan MSE yaitu :

$$\varepsilon = \partial \left| \frac{(y_d - y)^2}{2} \right|. \quad (2.42)$$

Nilai y_d adalah output aktual dan nilai y adalah output ANFIS. Pada layer 4 tidak dilakukan perhitungan *error* karena pada alur mundur tidak terjadi update nilai parameter konsekuen. Sedangkan untuk perhitungan *error* layer 3 menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\varepsilon_3(i) = \varepsilon_5 O_4(i), i = 1, 2. \quad (2.43)$$

Pada layer 2 dilakukan perhitungan *error* dengan melibatkan *error* 5 dan 3 yaitu sebagai berikut :

$$\varepsilon_2(i) = \varepsilon_3(i) \frac{\omega(n)}{(\omega_1 \omega_2)} n = 2, 1. \quad (2.44)$$

Kemudian layer 1 dilakukan perhitungan *error* dengan melibatkan *error* 5, 3 dan 2 yaitu sebagai berikut :

$$\varepsilon_1(i, j) = \varepsilon_2(i) \mu(n, k), i = 1, 2; n = 2, 1. \quad (2.45)$$

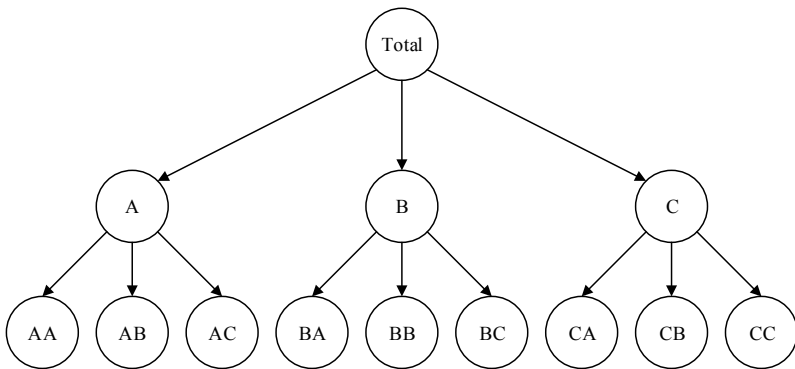
Setelah dilakukan perhitungan *error* pada setiap layer maka dilakukan update data parameter (Fariza, Helen, & Rasyid, 2007).

Untuk memilih hasil ramalan terbaik, digunakan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE pada ramalan *in-sample* maupun *out-sample*. Persamaan yang digunakan sama dengan persamaan (2.28), (2.29) dan (2.30) sebelumnya yang dijelaskan pada model ARIMAX. Model terbaik dipilih dengan melihat nilai MAPE,

SMAPE dan MdRAE yang terkecil karena tingkat akurasinya paling tinggi.

2.5 Model Agregasi dan Disagregasi

Dalam penerapannya di lapangan, data *time series* seringkali memiliki beberapa tingkatan yang disebut *hierarchical time series*. Tingkatan tersebut ditentukan berdasarkan kriteria seperti jenis produk, wilayah, dan interval waktu. Struktur data *hierarchical time series* dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Struktur Data *Hierarchical Time Series*

Secara umum, terdapat dua metode yang dapat digunakan untuk melakukan peramalan data *hierarchical time series* yaitu agregasi (*bottom-up*) dan disagregasi (*top-down*). Metode agregasi dilakukan dengan terlebih dahulu meramalkan data pada tingkatan yang paling bawah (individu) kemudian menjumlahkan hasil ramalan tersebut secara akumulatif untuk mendapatkan ramalan pada tingkatan yang lebih atas (agregat). Kasus seperti ini dapat dijumpai pada peramalan penjualan suatu produk dalam satu tahun yang dihitung dengan menjumlahkan ramalan penjualan per bulan dari produk tersebut pada tahun yang sama. Metode agregasi sesuai

digunakan apabila data individu memiliki pola dan variasi yang berbeda-beda (Lapide, 2006).

Metode disagregasi merupakan kebalikan dari metode agregasi. Metode disagregasi dilakukan dengan terlebih dahulu meramalkan data agregat kemudian memecah hasil ramalan tersebut dengan koefisien proporsi yang sesuai untuk mendapatkan ramalan individu. Hal ini dilakukan karena pada banyak kasus, ramalan data agregat biasanya lebih akurat dimana pola yang ditunjukkan jauh lebih jelas dibandingkan data tingkat individu. Metode disagregasi sesuai digunakan apabila data individu memiliki pola dan variasi yang sama (Lapide, 2006).

2.6 PT. “C”

PT. “C” merupakan distributor tunggal dan terpercaya, penyedia pelayanan purna jual dan suku cadang sepeda motor merk “X” untuk wilayah Jawa Timur dan Nusa Tenggara Timur (NTT). Hingga saat ini, PT. “C” telah didukung oleh 272 *showroom* penjualan (H1), 602 bengkel AHASS (H2) dan 932 gerai penjualan suku cadang (H3) yang siap melayani jutaan pelanggan dan pengguna sepeda motor merk “X” di wilayah Jawa Timur dan NTT. PT. “C” senantiasa melaju dalam memberikan kontribusi pada perkembangan industri otomotif roda dua. PT. “C” terus berbenah untuk menyempurnakan diri demi memberikan pelayanan yang terbaik kepada masyarakat, khususnya para pelanggan produk sepeda motor merk “X” di Jawa Timur dan Nusa Tenggara Timur. Untuk mewujudkan keinginan dan harapan menjadi yang terbaik, PT. “C” bergerak dalam kerangka visi dan misi yang telah menjadi landasan kuat dalam mengembangkan bisnis perusahaan. Bukan hanya semata-mata berorientasi pada bisnis tapi PT. “C” bertekad menjadi perusahaan yang berkontribusi aktif dalam *Corporate Social Responsibilities* (CSR) demi membangun budaya masyarakat Indonesia yang lebih baik.

Misi PT. “C” adalah menjadi *main dealer* sepeda motor merk “X” yang handal dengan menyediakan kemudahan penjualan dan layanan purna jual serta memberikan nilai tambah dan

kepastian harga yang fokus pada konsumen muda dan komunitas. Sedangkan visi PT. “C” adalah menjadi andalan utama bagi prinsipal, jaringan dan konsumen dalam bisnis sepeda motor merk “X”. Nilai-nilai dasar yang senantiasa dikembangkan dalam perusahaan yaitu kerjasama, terbuka, kreatif, peduli, dan penuh gairah.

Produk sepeda motor merk “X” yang dipasarkan oleh PT. “C” secara umum dapat dibagi menjadi tiga jenis yaitu :

a. Sepeda Motor Bebek (*Cub*)

Sepeda motor bebek merupakan jenis sepeda motor merk “X” yang pertama kali diproduksi. Sepeda motor bebek dibangun di atas kerangka berupa pipa berdiameter besar dengan dilengkapi mesin perseneling manual empat tak.

b. Sepeda Motor Automatic (*Matic*)

Sepeda motor *matic* merupakan jenis sepeda motor yang menggunakan mesin dengan perseneling otomatis sehingga pengendara hanya tinggal mengendalikan gas dan rem.

c. Sepeda Motor Sport

Sepeda motor sport merupakan jenis sepeda motor yang menggunakan mesin dengan kapasitas besar dan dilengkapi kopling manual sehingga lebih bertenaga dan berkecepatan tinggi.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dibahas dalam bab ini meliputi sumber data, variabel penelitian, metode analisis data dan diagram alir penelitian.

3.1 Sumber Data dan Variabel Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data *total market* sepeda motor yang diambil dari PT. “C” serta data variabel-variabel lokal Kabupaten Trenggalek yang diambil dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Seluruh data tersebut merupakan data deret waktu bulanan dan tahunan pada rentang periode 2003-2014.

Penelitian ini menggunakan beberapa jenis metode yang berbeda sehingga variabel yang digunakan disesuaikan dengan masing-masing metode tersebut. Variabel yang digunakan pada metode regresi linier sederhana adalah variabel dengan data tahunan di Kabupaten Trenggalek pada tahun 2003-2012 yaitu :

- a. Jumlah penduduk usia produktif (16-60 th)
- b. Laju pertumbuhan ekonomi
- c. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita.
- d. Indeks Pembangunan Manusia (IPM).
- e. *Total market* sepeda motor.

Variabel yang digunakan pada metode ARIMAX dan ANFIS adalah variabel dengan data bulanan di Kabupaten Trenggalek pada bulan Januari 2009 sampai Maret 2014 yaitu :

- a. *Total market* sepeda motor jenis bebek.
- b. *Total market* sepeda motor jenis matic.
- c. *Total market* sepeda motor jenis sport.
- d. Variabel *trend*
- e. Variabel *dummy* bulan Januari-Desember
- f. Variabel *dummy* hari raya Idul Fitri.
- g. Variabel *dummy* perubahan pola.

Berikut adalah variabel selengkapnya

Tabel 3.1 Variabel yang Digunakan dalam Penelitian

Variabel	Keterangan	Satuan
$X_{1,t}$	Jumlah penduduk usia produktif	Jiwa
$X_{2,t}$	Laju pertumbuhan ekonomi	Persen
$X_{3,t}$	Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) per kapita	Juta
$X_{4,t}$	Indeks Pembangunan Manusia (IPM)	-
Z_t	<i>Total market</i> sepeda motor	Unit
$Y_{1,t}$	<i>Total market</i> sepeda motor jenis bebek	Unit
$Y_{2,t}$	<i>Total market</i> sepeda motor jenis matic	Unit
$Y_{3,t}$	<i>Total market</i> sepeda motor jenis sport	Unit
t	<i>Trend</i> , $t = 1, 2, \dots, 63$	-
$S_{1,t} - S_{12,t}$	<i>Dummy</i> bulan Januari-Desember	-
$H_{1,t}$	<i>Dummy</i> 1 bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri	-
$H_{2,t}$	<i>Dummy</i> bulan pada saat Hari Raya Idul Fitri	-
$H_{3,t}$	<i>Dummy</i> 1 bulan setelah Hari Raya Idul Fitri	-
$d_{1,t} , d_{2,t}$	<i>Dummy</i> perubahan pola tahun 2011	-
$d_{1,t}t , d_{2,t}t$	<i>Dummy trend</i> perubahan pola tahun 2011	-

Penjelasan atau definisi dari masing-masing variabel *dummy* adalah sebagai berikut

a. *Dummy* Bulan

$$S_{1,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk bulan Januari} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$S_{2,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk bulan Februari} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

dan seterusnya untuk bulan Maret sampai Desember

b. *Dummy* Hari Raya Idul Fitri

$$H_{1,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$H_{2,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk bulan jatuhnya Hari Raya Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$H_{3,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk satu bulan setelah Hari Raya Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

c. *Dummy* Perubahan Pola

$$d_{1,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk bulan – bulan pada tahun 2011} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$d_{2,t} \begin{cases} 1, & \text{untuk bulan – bulan pada tahun 2012, 2013, 2014} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$d_{1,t} \begin{cases} t, & \text{untuk bulan – bulan pada tahun 2011} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

$$d_{2,t} \begin{cases} t, & \text{untuk bulan – bulan pada tahun 2012, 2013, 2014} \\ 0, & \text{untuk bulan lainnya} \end{cases}$$

3.2 Metode Analisis Data

Langkah-langkah yang ditempuh dalam melakukan analisis data adalah sebagai berikut

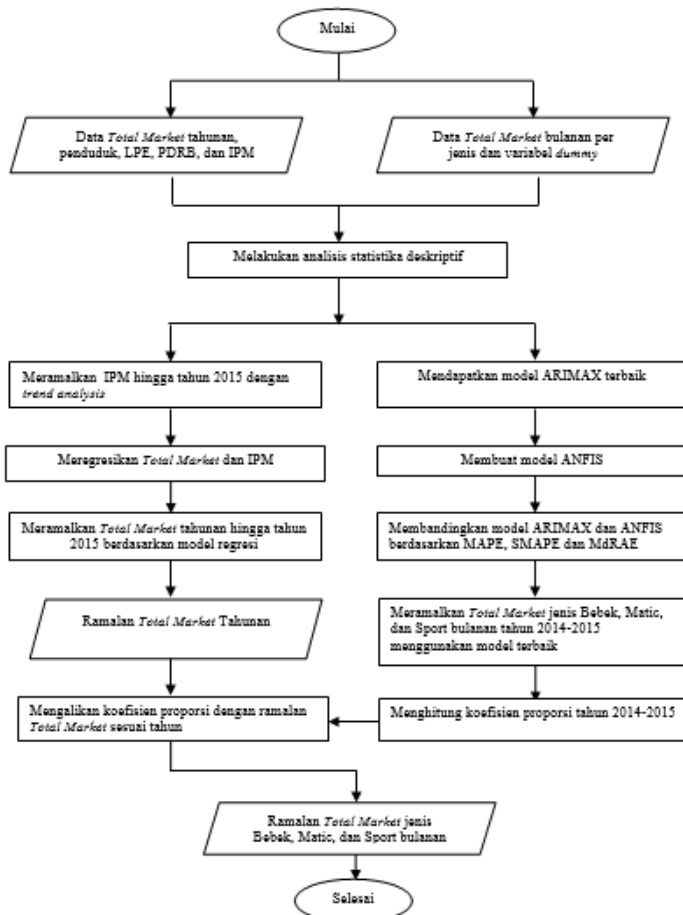
1. Untuk menjawab tujuan yang pertama yaitu mengetahui karakteristik *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut
 - a. Menyajikan analisis statistika deskriptif yang meliputi *mean*, standar deviasi, nilai maksimum, dan minimum terhadap data tahunan dan bulanan.

- b. Menyajikan *time series plot* data *total market* sepeda motor keseluruhan dan *total market* sepeda motor per jenis (bebek, matic, dan sport).
 - c. Menyajikan deskripsi hari raya Idul Fitri yang dikaitkan dengan *total market* sepeda motor per jenis (bebek, matic, dan sport).
2. Untuk menjawab tujuan yang kedua yaitu mendapatkan model peramalan *total market* (bulanan) sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek menggunakan metode ARIMAX, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut
 - a. Membagi data bulanan *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport menjadi dua jenis yaitu data *in-sample* yang terdiri dari data bulan Januari 2009 sampai Desember 2013 dan data *out-sample* yang terdiri dari data bulan Januari 2014 sampai Maret 2014.
 - b. Menghilangkan efek variasi kalender dari variabel respon dengan menggunakan model regresi *dummy*.
 - c. Melakukan uji *white noise* pada N_t (residual) dengan melihat plot ACF N_t . Jika memenuhi asumsi *white noise* maka dilanjutkan ke tahap peramalan. Jika tidak, maka dilakukan pemodelan N_t dengan metode ARIMA Box-Jenkins.
 - d. Model ARIMA tersebut digunakan untuk memodelkan data *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport. Variabel *dummy* pada variasi kalender dimasukkan sebagai input secara simultan ke dalam model sehingga diperoleh model seperti persamaan umum ARIMAX.
 - e. Uji signifikansi parameter dengan menggunakan uji t .
 - f. Cek diagnosa terhadap residual dengan menggunakan uji Ljung-Box dan uji Kolmogorov-Smirnov hingga residual memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal.
 - g. Pemilihan model terbaik berdasarkan nilai ramalan *in-sample* maupun *out-sample* menggunakan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE terkecil.

- h. Peramalan *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport menggunakan model ARIMAX terbaik.
3. Untuk menjawab tujuan yang ketiga yaitu mendapatkan model peramalan *total market* (bulanan) sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek menggunakan metode ANFIS, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut
- a. Membagi data bulanan *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport menjadi dua jenis yaitu data *in-sample* yang terdiri dari data bulan Januari 2009 sampai Desember 2013 dan data *out-sample* yang terdiri dari data bulan Januari 2014 sampai Maret 2014.
 - b. Menentukan input berdasarkan model ARIMAX yang telah dihasilkan sebelumnya.
 - c. Menentukan banyak fungsi keanggotaan (banyak fungsi keanggotaan yang digunakan adalah 2).
 - d. Menentukan jenis fungsi keanggotaan (jenis fungsi keanggotaan yang digunakan adalah *GBell*, *Gauss*, *Pi*, *Psig* dan *Trap*)
 - e. Menentukan iterasi untuk mendapatkan parameter-parameter ANFIS yang dapat meminimumkan *error* dengan cara mencari titik iterasi yang konvergen.
 - f. Menjalankan fungsi pada tiap layer ANFIS dengan menggunakan prosedur langkah maju dan langkah mundur.
 - g. Mendapatkan hasil ramalan ANFIS dan menghitung akurasi hasil ramalan *in-sample* maupun *out-sample* menggunakan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE.
 - h. Menerapkan proses ANFIS dengan membuat kombinasi antara banyaknya fungsi keanggotaan dan jenis fungsi keanggotaan yang berbeda untuk mendapatkan MAPE, SMAPE dan MdRAE *in-sample* maupun *out-sample* yang minimum.

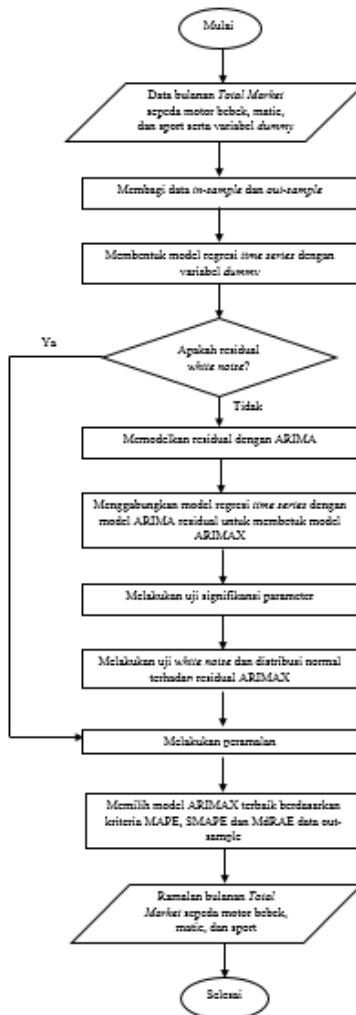
4. Untuk menjawab tujuan yang keempat yaitu mendapatkan hasil peramalan terbaik *total market* (bulanan) sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek, maka dilakukan langkah-langkah sebagai berikut
 - a. Membandingkan hasil ramalan antara model ARIMAX dan ANFIS dengan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE terkecil, sehingga diperoleh ramalan bulanan terbaik.
 - b. Mencari ramalan tahunan *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek menggunakan regresi linier sederhana dengan langkah-langkah sebagai berikut.
 - i. Melakukan peramalan terhadap data IPM Kabupaten Trenggalek menggunakan *Trend Analysis* hingga tahun 2015.
 - ii. Meregresikan data *total market* sepeda motor (respon) dengan hasil ramalan IPM Kabupaten Trenggalek (prediktor).
 - iii. Diperoleh *fits* regresi sebagai ramalan tahunan *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek hingga tahun 2015.
 - c. Agar hasil peramalan tersebut berguna bagi pihak PT. “C”, maka perlu dilakukan disagregasi dengan metode *top-down* berdasarkan proporsi peramalan. Hasil peramalan bulanan yang diperoleh pada langkah 4a, masing-masing dibagi dengan penjumlahan total ramalan bulanan, sehingga diperoleh koefisien proporsi untuk setiap ramalan tahunan. Koefisien ini digunakan untuk memecah ramalan *total market* tahunan (langkah 4b) menjadi ramalan *total market* per jenis bulanan.
 - d. Langkah terakhir adalah mendapatkan ramalan disagregasi dengan cara mengalikan koefisien proporsi yang diperoleh pada langkah 4c dengan ramalan *total market* tahunan yang diperoleh pada langkah 4b. Cara yang sama dilakukan untuk setiap ramalan tahunan, sehingga diperoleh ramalan disagregasi hingga tahun 2015.

Secara umum, langkah analisis yang digunakan dalam penelitian ini digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut



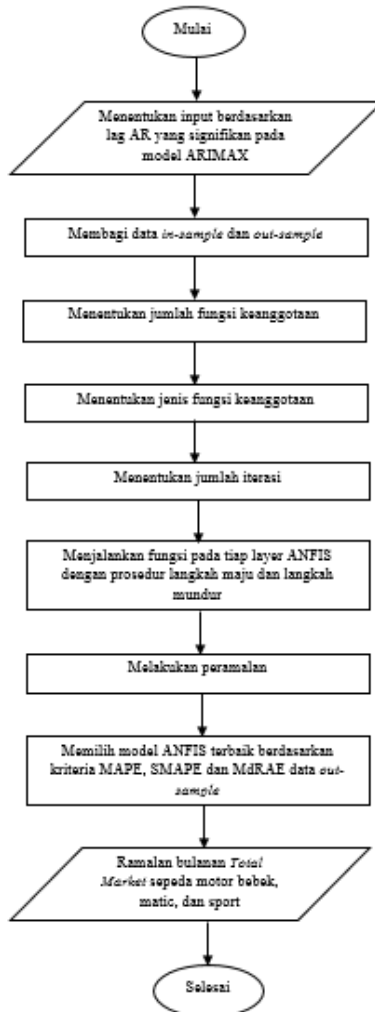
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah analisis dengan menggunakan metode ARIMAX dapat dilihat pada diagram alir berikut



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode ARIMAX

Langkah analisis dengan menggunakan metode ANFIS dapat dilihat pada diagram alir berikut



Gambar 3.3 Diagram Alir Metode ANFIS

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil penelitian terhadap data *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek. Analisis dimulai dengan menyajikan statistika deskriptif kemudian dilanjutkan dengan peramalan menggunakan metode ARIMAX dan ANFIS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dari kedua metode tersebut dalam mendapatkan hasil ramalan terbaik dari *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek.

4.1 Analisis Karakteristik Penjualan dan Faktor Pendukung

Analisis karakteristik penjualan akan menampilkan informasi mengenai data penjualan tahunan dan bulanan beserta faktor-faktor pendukung yang digunakan dalam penelitian ini. Data tahunan yang digunakan meliputi jumlah penduduk usia produktif, laju pertumbuhan ekonomi, PDRB (Produk Domestik Regional Bruto) per kapita, IPM (Indeks Pembangunan Manusia), dan *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek. Sedangkan data bulanan yang digunakan meliputi *total market* sepeda motor per jenis yaitu bebek, matic, dan sport.

4.1.1 Analisis Karakteristik Penjualan Tahunan

Data tahunan yang digunakan adalah data dari rentang tahun 2003 sampai tahun 2012. Analisis statistika deskriptif selengkapnya disajikan pada Tabel 4.1.

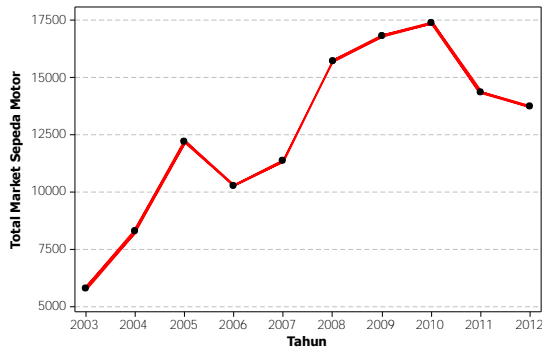
Tabel 4.1 menunjukkan berbagai karakteristik dari *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek beserta variabel-variabel yang diduga mempengaruhinya seperti jumlah penduduk usia produktif, laju pertumbuhan ekonomi, PDRB per Kapita, dan IPM. Dari rentang tahun 2003 hingga tahun 2012 terlihat *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek mengalami

fluktuasi yang cukup tinggi, dimana nilai maksimumnya mencapai 17402 dan nilai minimumnya hanya 5777.

Tabel 4.1 Analisis Statistika Deskriptif Variabel dengan Data Tahunan

Variabel	Mean	Std.Deviasi	Max	Min
Penduduk Usia Produktif	455017	5106	463478	447694
Laju Pertumbuhan Ekonomi	5,21	1,11	6,62	3,36
PDRB per Kapita	3,64	0,31	4,20	3,20
IPM	71,49	2,18	74,08	67,80
<i>Total market</i> Sepeda Motor	12599	3762	17402	5777

Selain itu, nilai standar deviasinya juga cukup tinggi yakni sebesar 3762 dengan rata-rata sebesar 12599. Untuk melihat perkembangan *total market* sepeda motor tersebut dari tahun ke tahun, berikut disajikan *time series plot* pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Time Series Plot Total Market Sepeda Motor di Kabupaten Trenggalek

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek cenderung mengalami kenaikan dari rentang tahun 2003 hingga 2012. Hanya saja terjadi sedikit penurunan pada tahun 2006, 2011 dan 2012 yang disebabkan oleh faktor-faktor tertentu. Dengan melihat pola *time series plot* tersebut, terdapat dugaan *total market* sepeda

motor di Kabupaten Trenggalek akan terus mengalami peningkatan pada beberapa tahun mendatang.

Karakteristik *total market* sepeda motor tahunan tersebut dapat juga dipecah dalam bentuk *total market* sepeda motor tahunan per jenis yang meliputi sepeda motor bebek, matic, dan sport. Analisis statistika deskriptifnya ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Analisis Statistika Deskriptif Penjualan Tahunan Sepeda Motor Per Jenis

Sepeda Motor	Mean	Std.Deviasi	Min	Max
Bebek	4302	3124	515	9227
Matic	7420	2955	2669	11295
Sport	2459	1249	933	4557

Statistika deskriptif pada Tabel 4.2 menunjukkan bahwa *total market* sepeda motor tahunan di Kabupaten Trenggalek didominasi oleh sepeda motor jenis matic. Hal ini terlihat dari nilai rata-rata (*mean*) dan nilai maksimum penjualannya yang paling tinggi, kemudian disusul oleh sepeda motor bebek dan sport. Karakteristik penjualan ketiga jenis sepeda motor tersebut cenderung mengalami perubahan dari waktu ke waktu sehingga penting untuk dilakukan peramalan.

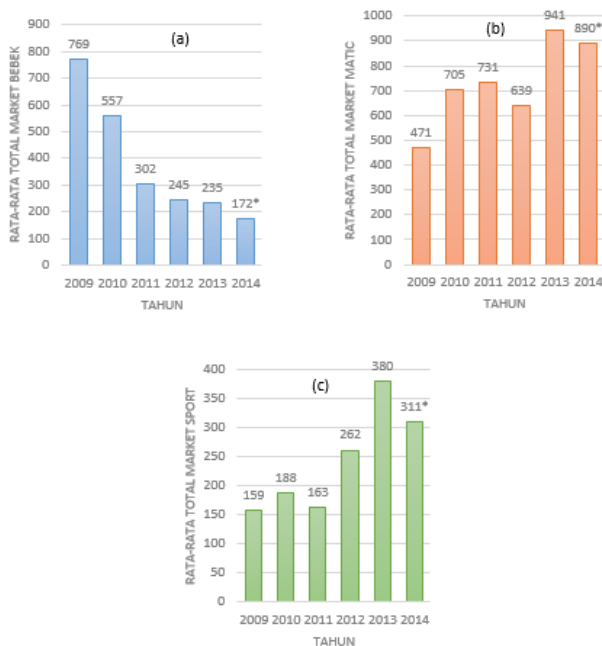
4.1.2 Analisis Karakteristik Penjualan Bulanan

Data bulanan yang digunakan adalah data dari rentang bulan Januari 2009 hingga bulan Maret 2014. Data tersebut meliputi *total market* sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek yaitu *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport. Analisis statistika deskriptifnya adalah sebagai berikut

Tabel 4.3 Analisis Statistika Deskriptif Variabel dengan Data Bulanan

Sepeda Motor	Mean	Std.Deviasi	Min	Max
Bebek	410	236	49	1048
Matic	707	220	154	1397
Sport	234	111	37	522

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui bahwa, *total market* terbanyak dimiliki oleh sepeda motor jenis matic yang mencapai nilai maksimum 1397 unit dengan rata-rata sebanyak 707 unit. *Total market* terbanyak kedua dimiliki oleh sepeda motor jenis bebek yang mencapai nilai maksimum 1048 unit dengan rata-rata sebanyak 410 unit. *Total market* terendah dimiliki oleh sepeda motor jenis sport dengan nilai maksimum yang hanya sebesar 522 unit dengan rata-rata sebanyak 234 unit. Statistika deskriptif *total market* sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek juga disajikan dalam bentuk diagram batang seperti pada Gambar 4.2.



* : terhitung sampai bulan maret 2014

Gambar 4.2 Diagram Batang Rata-rata *Total Market* Sepeda Motor Jenis Bebek (a) Sepeda Motor Jenis Matic (b) dan Sepeda Motor Jenis Sport (c) Pada Rentang Tahun 2009 sampai 2014.

Pada Gambar 4.2 terlihat ketiga jenis sepeda motor tersebut masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Rata-rata *total market* sepeda motor jenis bebek cenderung mengalami penurunan dari rentang tahun 2009 sampai tahun 2014, kecuali pada tahun 2013. Pada tahun 2009, rata-rata *total market* sepeda motor jenis bebek memiliki nilai yang terbesar sebelum akhirnya mengalami penurunan pada tahun 2010 hingga membuat nilainya berada di bawah sepeda motor jenis matic. Rata-rata *total market* sepeda motor jenis bebek mengalami penurunan tajam pada tahun 2011 dan terus menurun hingga tahun 2012. Pada tahun 2013 terjadi sedikit peningkatan sebelum akhirnya mengalami penurunan kembali pada tahun 2014 (terhitung sampai bulan Maret 2014).

Berbeda dengan sepeda motor bebek, rata-rata *total market* sepeda motor jenis matic cenderung mengalami peningkatan, kecuali pada tahun 2012 dan 2014 (terhitung sampai bulan Maret 2014). Sejak tahun 2010, rata-rata *total market* sepeda motor jenis matic sudah mampu melebihi *total market* sepeda motor jenis bebek. Meskipun terjadi sedikit penurunan pada tahun 2012, tetapi rata-rata *total market* sepeda motor jenis matic mengalami peningkatan drastis pada tahun 2013 yang mendominasi sekitar 60% *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek. Hal ini mengindikasikan perubahan selera masyarakat yang semula menyukai sepeda motor jenis bebek beralih ke sepeda motor jenis matic. Sementara itu, rata-rata *total market* sepeda motor jenis sport juga mengalami kenaikan dari tahun ke tahun, kecuali pada tahun 2011 dan 2014 (terhitung sampai bulan Maret 2014). Walaupun nilainya selalu menjadi yang terendah diantara ketiga jenis sepeda motor tersebut, akan tetapi rata-rata *total market* sepeda motor sport mengalami peningkatan yang signifikan pada dua tahun terakhir (2012 dan 2013). Artinya, selera masyarakat terhadap sepeda motor jenis sport sudah semakin meningkat dan berpotensi untuk terus berkembang di masa mendatang.

Besarnya *total market* sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor tertentu. Salah satu faktor yang berpengaruh signifikan adalah adanya Hari Raya Idul Fitri. Pada periode jatuhnya hari raya tersebut, masyarakat cenderung membeli barang-barang yang serba baru termasuk sepeda motor. Akibatnya, *total market* sepeda motor baik bebek, matic, maupun sport akan mengalami peningkatan yang signifikan pada saat hari raya yaitu tepatnya pada satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri, pada bulan jatuhnya Hari Raya Idul Fitri, dan satu bulan setelah Hari Raya Idul Fitri.

Pada Tabel 4.4 akan ditampilkan persentase *total market* sepeda motor per jenis pada satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri, pada bulan terjadinya Hari Raya Idul Fitri dan satu bulan setelah Hari Raya Idul Fitri.

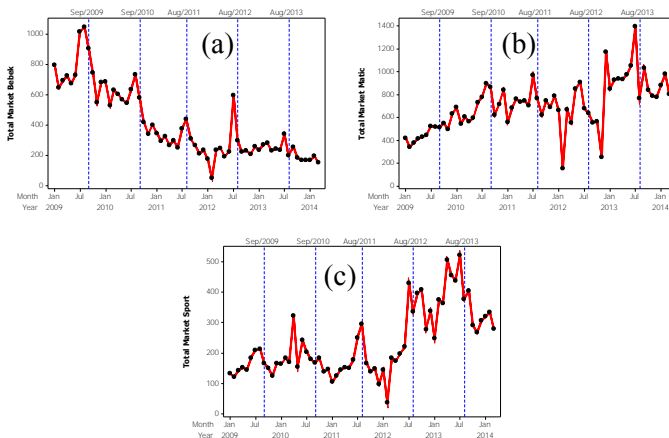
Tabel 4.4 Persentase *Total Market* Sepeda Motor Per Jenis Pada Satu Bulan Sebelum, Ketika, dan Setelah Hari Raya Idul Fitri.

Tahun	<i>Total market (%)</i>		
	Bebek	Matic	Sport
2009	29,28	27,92	27,79
2010	26,02	28,26	23,54
2011	31,01	26,85	36,56
2012	32,39	17,87	26,12
2013	28,31	28,29	28,62
Rata-rata	29,40	25,84	28,53

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa *total market* sepeda motor per jenis pada satu bulan sebelum, ketika, dan setelah Hari Raya Idul Fitri berkisar antara 17,87% sampai 36,56%. Hal ini menunjukkan *total market* sepeda motor pada periode bulan di sekitar jatuhnya Hari Raya Idul Fitri lebih tinggi daripada bulan-bulan biasanya pada setiap tahun. Atau dengan kata lain, adanya Hari Raya Idul Fitri sangat mempengaruhi *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek sehingga

sangat perlu dilakukan analisis peramalan pada bulan-bulan tersebut.

Pengaruh Hari Raya Idul Fitri terhadap *total market* sepeda motor dapat dilihat lebih jelas melalui *time series plot*. *Total market* akan mengalami peningkatan yang signifikan pada bulan-bulan di sekitar Hari Raya Idul Fitri. *Time series plot* nya ditampilkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 *Time Series Plot Total Market Sepeda Motor Bebek (a) Matic (b) dan Sport (c)*

Berdasarkan *time series plot* pada Gambar 4.3 terlihat bahwa dalam setiap tahunnya, penjualan sepeda motor bebek, matic dan sport selalu mengalami peningkatan yang signifikan pada periode bulan di sekitar jatuhnya Hari Raya Idul Fitri (garis putus-putus). Walaupun ketiga jenis sepeda motor tersebut memiliki pola *total market* yang berbeda satu sama lain, tetapi pengaruh adanya Hari Raya Idul Fitri terjadi secara konsisten yang meningkatkan penjualan secara musiman. Sesuai dengan yang ditunjukkan pada Tabel 4.4, rata-rata *total market* sepeda motor per jenis hampir selalu melebihi angka 25% pada bulan-bulan tersebut. Oleh karena itu, pemodelan pada tahap selanjutnya akan

dilakukan dengan mempertimbangkan efek variasi kalender dari satu bulan sebelum, ketika, dan setelah Hari Raya Idul Fitri.

Hal lain yang perlu diperhatikan dari *time series plot* pada Gambar 4.3 adalah adanya kesamaan karakteristik yang ditunjukkan oleh *total market* sepeda motor jenis bebek, matic, dan sport. Apabila data *total market* ketiga jenis sepeda motor tersebut dipecah secara parsial, maka akan terlihat tiga karakteristik dengan pola yang berbeda yakni pola tahun 2009-2010, tahun 2011, dan tahun 2012-2013. Ketiga pola ini sama-sama berlaku pada *total market* sepeda motor bebek, matic, maupun sport walaupun dengan *trend* naik/turun yang berbeda. Selain itu, ketepatan hasil ramalan juga akan sangat dipengaruhi oleh perbedaan pola ini sehingga perlu dimasukkan ke dalam model sebagai variabel *dummy*.

4.2 Model ARIMAX

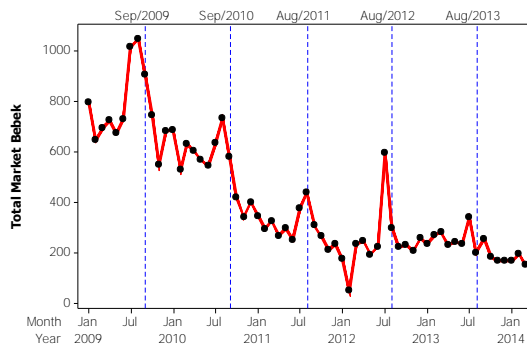
Model ARIMAX *total market* sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek dibentuk dengan melibatkan empat macam variabel *dummy* sesuai dengan karakteristik data yang sudah dijelaskan pada statistika deskriptif. Variabel *dummy* tersebut antara lain *dummy trend*, *dummy* seasonal bulanan, *dummy* Hari Raya Idul Fitri, dan *dummy* perubahan pola. Pemodelan ARIMAX diawali dengan melakukan identifikasi untuk mendapatkan model regresi *time series* dengan semua parameter yang signifikan kemudian dilanjutkan dengan melakukan uji *white noise* terhadap residual. Apabila residual sudah *white noise* maka pemodelan berhenti, sedangkan apabila residual tidak *white noise*, maka residual dimodelkan dengan ARIMA dan digabung dengan model regresi *time series* awal untuk membentuk model ARIMAX. Pemilihan model ARIMAX terbaik dilakukan dengan menggunakan kriteria MAPE, SMAPE, dan MdRAE baik *in-sample* maupun *out-sample*.

4.2.1 Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Menurut data-data yang telah diuraikan sebelumnya, kuat dugaan bahwa *total market* sepeda motor bebek di Kabupaten Trenggalek dipengaruhi oleh adanya efek Hari Raya Idul Fitri. Dengan begitu, pemodelan *total market* sepeda motor bebek dilakukan dengan menggunakan metode ARIMAX yang melibatkan variasi kalender. Variasi kalender direpresentasikan oleh variabel *dummy* satu bulan sebelum, ketika, dan setelah Hari Raya Idul Fitri. Pemodelan diawali dengan identifikasi model dugaan yang sesuai kemudian dilanjutkan dengan pemilihan model terbaik.

4.2.1.1 Identifikasi Model *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Tahap awal identifikasi model adalah melihat pola sebaran data dengan menggunakan *time series plot*. *Time series plot* *total market* sepeda motor bebek disajikan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 *Time Series Plot Total Market Sepeda Motor Bebek*

Garis putus-putus pada Gambar 4.4 menunjukkan jatuhnya Hari Raya Idul Fitri pada setiap tahun. Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa terjadi kenaikan *total market* sepeda motor bebek pada periode bulan di sekitar jatuhnya Hari Raya Idul Fitri. Selain itu, terlihat pula adanya efek *trend*, efek *seasonal* bulanan dan efek perubahan pola yang mempengaruhi *total market* sepeda

motor bebek. Model variasi kalender yang terbentuk sementara adalah

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{1,t} = & \delta_1 t + \hat{\beta}_1 S_{1,t} + \hat{\beta}_2 S_{2,t} + \hat{\beta}_3 S_{3,t} + \hat{\beta}_4 S_{4,t} + \hat{\beta}_5 S_{5,t} + \hat{\beta}_6 S_{6,t} \\ & + \hat{\beta}_7 S_{7,t} + \hat{\beta}_8 S_{8,t} + \hat{\beta}_9 S_{9,t} + \hat{\beta}_{10} S_{10,t} + \hat{\beta}_{11} S_{11,t} + \hat{\beta}_{12} S_{12,t} \\ & + \hat{\alpha}_1 H_{1,t} + \hat{\alpha}_2 H_{2,t} + \hat{\alpha}_3 H_{3,t} + \hat{\gamma}_1 d_{1,t} + \hat{\gamma}_2 d_{2,t} + \hat{\omega}_1 d_{1,t} t \\ & + \hat{\omega}_2 d_{2,t} t + N_t\end{aligned}$$

dengan N_t merupakan model ARIMA dari residual.

Tabel 4.5 Estimasi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Bebek

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
δ_1	-16,80	2,39	-7,02	<0,0001
β_1	847,27	43,29	19,57	<0,0001
β_2	767,08	43,62	17,58	<0,0001
β_3	852,28	44,07	19,34	<0,0001
β_4	841,89	44,63	18,86	<0,0001
β_5	832,50	45,30	18,38	<0,0001
β_6	845,11	46,07	18,34	<0,0001
β_7	1001,10	58,23	17,19	<0,0001
β_8	1002,60	74,48	13,46	<0,0001
β_9	992,66	73,69	13,47	<0,0001
β_{10}	886,24	55,04	16,10	<0,0001
β_{11}	790,56	51,31	15,41	<0,0001
β_{12}	854,37	52,60	16,24	<0,0001
α_1	80,36	59,56	1,35	0,1849
α_2	-39,94	68,87	-0,58	0,5652
α_3	-76,23	59,56	-1,28	0,2080
γ_1	-231,99	219,70	-1,06	0,2973
γ_2	-552,57	117,78	-4,69	<0,0001
ω_1	5,68	7,22	0,79	0,4357
ω_2	15,14	3,14	4,82	<0,0001

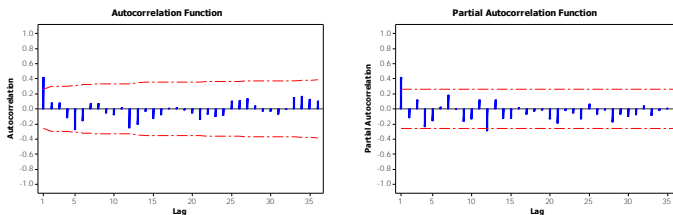
Berdasarkan hasil penaksiran parameter dan uji signifikansi parameter yang ditampilkan pada Tabel 4.5 terlihat bahwa tidak semua parameter signifikan. Parameter yang tidak signifikan adalah α_1 , α_2 , α_3 , γ_1 dan ω_1 yang masing-masing memiliki *p-value* yang lebih besar dari 0,1. Hal ini mengindikasikan bahwa pola *trend* negatif yang terjadi pada bulan-bulan di tahun 2011 tidak signifikan atau tidak memiliki perbedaan tingkat kemiringan dengan pola *trend* negatif pada tahun sebelumnya.

Perbedaan tingkat kemiringan hanya terjadi pada pola yang ditunjukkan pada tahun 2012 ke atas dimana *trend* negatifnya lebih landai dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Parameter γ_2 dan ω_2 yang signifikan akan mempengaruhi hasil ramalan pada tahun 2014 dan 2015 agar terhindar dari nilai negatif. Selain itu, ketiga parameter yang mewakili efek Hari raya Idul Fitri juga terlihat tidak signifikan. Namun demikian, parameter hari raya yang memiliki *p-value* terkecil yaitu α_1 tetap dipertahankan karena masih memungkinkan untuk signifikan jika variabel lainnya dikeluarkan. Hal ini sesuai dengan fakta yang ditunjukkan pada *time series plot* sebelumnya dimana *total market* sepeda motor jenis bebek cenderung mengalami kenaikan hampir pada setiap satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Oleh karena itu, guna mendapatkan model terbaik maka perlu dilakukan pemodelan kembali dengan membuang variabel yang tidak signifikan. Hasil pemodelan kembali dengan penaksiran dan estimasi parameter yang baru dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter pada Tabel 4.6 menunjukkan bahwa semua parameter telah signifikan dengan *p-value* yang kurang dari $\alpha = 0,1$. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* pada residual N_t dengan melihat plot ACF dan PACF. Apabila N_t sudah memenuhi asumsi *white noise* maka model variasi kalender tersebut bisa digunakan. Jika belum, maka N_t perlu dimodelkan kembali dan digabung dengan model variasi kalender tersebut sampai diperoleh residual yang *white noise*.

Tabel 4.6 Estimasi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Bebek Setelah Pembuangan Variabel yang Tidak Signifikan

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
δ_1	-19,10	1,25	-15,27	< 0,0001
β_1	855,06	39,48	21,66	< 0,0001
β_2	777,62	39,76	19,56	< 0,0001
β_3	865,58	40,09	21,59	< 0,0001
β_4	857,93	40,45	21,21	< 0,0001
β_5	851,29	40,85	20,84	< 0,0001
β_6	866,65	41,28	20,99	< 0,0001
β_7	1013,60	50,77	19,97	< 0,0001
β_8	997,79	46,41	21,50	< 0,0001
β_9	960,73	42,77	22,46	< 0,0001
β_{10}	888,29	43,32	20,50	< 0,0001
β_{11}	825,85	43,91	18,81	< 0,0001
β_{12}	892,41	44,52	20,04	< 0,0001
α_1	99,95	48,43	2,06	0,0450
γ_2	-546,91	115,53	-4,73	< 0,0001
ω_2	16,84	2,55	6,59	< 0,0001



Gambar 4.5 Plot ACF dan PACF dari N_t Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Bebek

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa Plot ACF dan PACF model variasi kalender tersebut masih ada yang keluar dari batas.

Secara visual, ini berarti residual (N_t) model tersebut belum memenuhi asumsi *white noise*. Hasil ini didukung secara matematis oleh pengujian asumsi *white noise* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Pengujian Asumsi *White Noise* N_t Model Variasi Kalender *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Sampai Lag ke-	Chi Square	df	P-value
6	19,55	6	0,0033
12	25,92	12	0,0110
18	31,04	18	0,0285
24	35,50	24	0,0613
30	40,36	30	0,0980
36	52,03	36	0,0409

Tabel 4.7 menunjukkan bahwa residual model variasi kalender *total market* sepeda motor bebek masih belum memenuhi asumsi *white noise* karena nilai *p-value* nya masih kurang dari $\alpha = 0,1$. Dengan demikian, maka N_t perlu dimodelkan kembali dengan memasukkan lag-lag yang signifikan (keluar batas) pada plot ACF hingga diperoleh model yang memenuhi asumsi *white noise* kemudian digabung dengan model variasi kalender sebelumnya untuk membentuk model ARIMAX.

Model dugaan N_t ditentukan berdasarkan plot ACF dan PACF. Pada plot ACF, hanya terdapat satu lag yang keluar batas yaitu lag-1. Sedangkan pada plot PACF terdapat dua lag yang keluar batas yaitu lag-1 dan lag-12. Jadi, terdapat tujuh macam model dugaan yaitu ARIMA (1,0,0) (1,0,0)¹², ARIMA(1,0,0) (0,0,1)¹², ARIMA (0,0,1)(1,0,0)¹², ARIMA (0,0,1)(0,0,1)¹², ARIMA ([1,12],0,0), ARIMA (0,0,[1,12]) dan ARIMA (0,0,[1,12,13]). Hasil estimasi parameter dari ketujuh model tersebut disajikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model N_t Total
Market Sepeda Motor Bebek

Model ARIMA	Parameter	Estimasi	Std. Error	T-value	P-value
(1,0,0)(1,0,0) ¹²	Φ_1	0,427	0,120	3,550	0,0008
	Φ_{12}	-0,349	0,144	-2,430	0,0183
(1,0,0)(0,0,1) ¹²	Θ_{12}	0,686	0,097	7,070	< 0,0001
	Φ_1	0,467	0,117	4,010	0,0002
(0,0,1)(1,0,0) ¹²	Θ_1	-0,550	0,117	-4,710	< 0,0001
	Φ_{12}	-0,366	0,146	-2,500	0,0151
(0,0,1)(0,0,1) ¹²	Θ_1	-0,611	0,106	-5,750	< 0,0001
	Θ_{12}	0,716	0,095	7,530	< 0,0001
([1,12],0,0)	Φ_1	0,429	0,113	3,810	0,0003
	Φ_{12}	-0,359	0,131	-2,740	0,0082
(0,0,[1,12])	Θ_1	-0,453	0,112	-4,060	0,0001
	Θ_{12}	0,517	0,127	4,070	0,0001
(0,0,[1,12,13])	Θ_1	-0,612	0,108	-5,680	< 0,0001
	Θ_{12}	0,719	0,100	7,200	< 0,0001
	Θ_{13}	0,432	0,129	3,360	0,0014

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat diketahui bahwa ketujuh model dugaan masing-masing sudah memiliki parameter yang signifikan. Setelah melakukan estimasi parameter, langkah selanjutnya adalah melakukan uji asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Pengujian Asumsi *White Noise* dan Berdistribusi Normal
Total Market Sepeda Motor Bebek

Model ARIMA	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(1,0,0)(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Tidak Berdistribusi Normal
$(1,0,0)(0,0,1)^{12}$	Tidak <i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,1)(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,1)(0,0,1)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([1,12],0,0)$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,[1,12])$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,[1,12,13])$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

Hasil pengujian pada Tabel 4.9 menunjukkan bahwa semua model memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal kecuali model ARIMA $(1,0,0)(0,0,1)^{12}$ yang tidak *white noise* pada pengujian lag-6 dan lag-12 serta model ARIMA $(1,0,0)(1,0,0)^{12}$ yang tidak berdistribusi normal. Dengan demikian, maka model ARIMAX akan dibentuk dengan menggabungkan model variasi kalender sebelumnya dengan masing-masing dari kelima model N_t yang terpilih.

4.2.1.2 Pemilihan Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Pada tahap ini akan dilakukan pemodelan ARIMAX berdasarkan model N_t yang telah memenuhi asumsi sebelumnya. Pemodelan dilakukan sampai semua parameter signifikan serta menghasilkan residual yang *white noise* dan berdistribusi normal. Model terbaik ditentukan dengan kriteria kebaikan model yaitu MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Pengujian signifikansi parameter dan asumsi residual dari kelima model ARIMAX tersebut disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Pengujian Signifikansi Parameter dan Asumsi Residual
Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Model ARIMAX	Uji Signifikansi Parameter	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(0,0,1)(1,0,0)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,1)(0,0,1)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([1,12],0,0)$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,[1,12])$	Signifikan	<i>White noise</i>	Tidak Berdistribusi Normal
$(0,0,[1,12,13])$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 4.10 dapat diketahui bahwa semua model ARIMAX telah memenuhi uji signifikansi parameter. Sedangkan dari uji asumsi residual ternyata ada satu model yang tidak memenuhi asumsi berdistribusi normal yaitu model ARIMAX $(0,0,[1,12])$. Model ini dieliminasi karena tidak dapat digunakan untuk tahap peramalan. Jadi, terdapat empat model ARIMAX yang dapat dipilih sebagai model terbaik dengan persamaan matematisnya masing-masing adalah sebagai berikut.

A. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA } (0,0,1)(1,0,0)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat dinyatakan dengan

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & -19,08 t + 848,98 S_{1,t} + 773,39 S_{2,t} + 866,96 S_{3,t} \\
 & + 859,52 S_{4,t} + 852,79 S_{5,t} + 866,89 S_{6,t} \\
 & + 1018,10 S_{7,t} + 1004,30 S_{8,t} + 959,44 S_{9,t} \\
 & + 889,85 S_{10,t} + 829,79 S_{11,t} + 896,90 S_{12,t} \\
 & + 95,66 H_{1,t} - 530,99 d_{2,t} + 16,39 d_{2,t}t \\
 & + \frac{(1 + 0,56 B)}{(1 + 0,38 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

B. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}(0,0,1)(0,0,1)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} = & -18,72 t + 844,94 S_{1,t} + 751,44 S_{2,t} + 843,67 S_{3,t} \\ & + 844,63 S_{4,t} + 835,81 S_{5,t} + 856,16 S_{6,t} \\ & + 1031,80 S_{7,t} + 1032,50 S_{8,t} + 975,96 S_{9,t} \\ & + 889,85 S_{10,t} + 809,68 S_{11,t} + 892,91 S_{12,t} \\ & + 82,59 H_{1,t} - 473,89 d_{2,t} + 14,85 d_{2,t}t \\ & + (1 + 0,69 B)(1 - B^{12})a_t \end{aligned}$$

C. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([1,12],0,0)$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} = & -18,33 t + 847,85 S_{1,t} + 766,07 S_{2,t} + 855,41 S_{3,t} \\ & + 847,48 S_{4,t} + 839,48 S_{5,t} + 850,55 S_{6,t} \\ & + 998,72 S_{7,t} + 989,32 S_{8,t} + 948,70 S_{9,t} \\ & + 877,75 S_{10,t} + 814,13 S_{11,t} + 877,55 S_{12,t} \\ & + 101,67 H_{1,t} - 602,95 d_{2,t} + 17,30 d_{2,t}t \\ & + \frac{1}{(1 - 0,46 B + 0,38 B^{12})} a_t \end{aligned}$$

D. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}(0,0,[1,12,13])$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

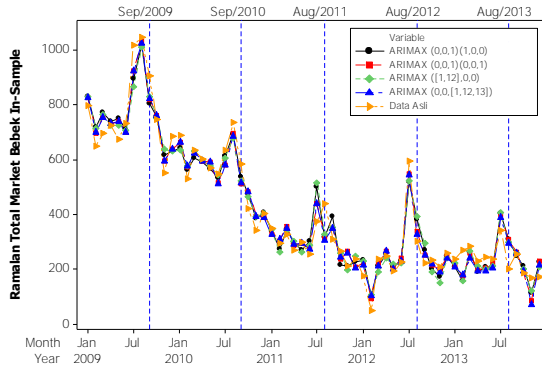
$$\begin{aligned} Y_{1,t} = & -18,83 t + 845,56 S_{1,t} + 754,61 S_{2,t} + 844,07 S_{3,t} \\ & + 845,06 S_{4,t} + 837,60 S_{5,t} + 855,30 S_{6,t} \\ & + 1032,90 S_{7,t} + 1033,40 S_{8,t} + 977,28 S_{9,t} \\ & + 894,32 S_{10,t} + 811,87 S_{11,t} + 892,74 S_{12,t} \\ & + 79,89 H_{1,t} - 466,79 d_{2,t} + 14,69 d_{2,t}t \\ & + (1 + 0,67 B - 0,99 B^{12} - 0,67 B^{13})a_t \end{aligned}$$

Keempat model ARIMAX yang terbentuk telah memiliki parameter yang signifikan serta sudah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Untuk memilih model yang terbaik, maka dilakukan perbandingan hasil ramalan dari segi *in-sample* dan *out-sample*. Model yang memiliki ramalan *out-sample* terbaik akan digunakan untuk melakukan peramalan terhadap *total market* sepeda motor bebek. Kriteria perbandingan yang digunakan adalah MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Perbandingan hasil ramalan disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample Total Market* Sepeda Motor Bebek

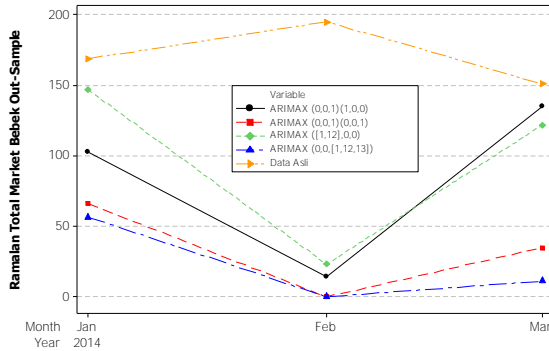
Model ARIMAX	MAPE		SMAPE		MdRAE	
	In	Out	In	Out	In	Out
$(0,0,1)(1,0,0)^{12}$	14,02	47,37	13,29	77,34	0,52	4,42
$(0,0,1)(0,0,1)^{12}$	12,25	91,70	11,86	216,83	0,49	14,45
$([1,12],0,0)$	13,90	40,19	13,1	64,35	0,54	4,21
$(0,0,[1,12,13])$	12,67	99,94	12,44	249,16	0,47	15,77

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa hasil ramalan *in-sample* memiliki *error* yang lebih lebih kecil daripada ramalan *out-sample*. Artinya, model ARIMAX mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan hasil ramalan *in-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut



Gambar 4.6 Perbandingan Hasil Ramalan *In-sample* dari Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Bebek

Perbandingan kebaikan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.11 menunjukkan bahwa hasil ramalan *out-sample* kelima model ARIMAX tersebut masih memiliki *error* yang besar. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena pola data tahun 2014 yang digunakan sebagai data *out-sample*, berbeda dengan pola data *in-sample* yang digunakan untuk membangun model. Satu-satunya model yang memberikan hasil ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX $([1,12],0,0)$. Model ini memiliki nilai MAPE, SMAPE, dan MdRAE yang terkecil diantara model-model lainnya. Dengan demikian, model terbaik yang dipilih untuk melakukan peramalan terhadap total market sepeda motor bebek adalah model ARIMAX $([1,12],0,0)$. Perbandingan hasil ramalan *out-sample* dapat juga dilihat pada Gambar 4.7 berikut



Gambar 4.7 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-sample* dari Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Bebek

Berdasarkan Gambar 4.7 terlihat bahwa hasil ramalan *out-sample* dari metode ARIMAX masih memiliki *error* yang besar, sehingga tidak mampu mengikuti pola data asli dengan baik. Selain itu, hampir semua ramalan *out-sample* ARIMAX tersebut juga bersifat *underestimate* atau berada jauh di bawah data asli. Namun demikian, model ARIMAX terpilih yang memberikan ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX ([1,12],0,0). Model ini dapat dijabarkan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & -18,33 t + 847,85 S_{1,t} + 766,07 S_{2,t} + 855,41 S_{3,t} \\
 & + 847,48 S_{4,t} + 839,48 S_{5,t} + 850,55 S_{6,t} \\
 & + 998,72 S_{7,t} + 989,32 S_{8,t} + 948,70 S_{9,t} \\
 & + 877,75 S_{10,t} + 814,13 S_{11,t} + 877,55 S_{12,t} \\
 & + 101,67 H_{1,t} - 602,95 d_{2,t} + 17,30 d_{2,t} + N_t
 \end{aligned}$$

Secara implisit, model tersebut memiliki tiga bentuk yang berbeda sesuai dengan *dummy* perubahan pola yaitu model untuk tahun 2009 dan 2010 ($1 \leq t \leq 24$), model untuk tahun 2011 ($25 \leq t \leq 36$), dan model untuk tahun 2012 dan 2013 ($37 \leq t \leq 60$). Misalkan diambil contoh bulan Juli tahun 2009 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{1,t} = -18,33 t + 998,72 S_{7,t} + N_t$$

Model tersebut hanya dipengaruhi *trend* dan *dummy* bulan Juli. Hal ini dikarenakan bulan Juli tahun 2009 bukan merupakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri sehingga *dummy* $H_{1,t}$ bernilai nol. Selain itu, pada bulan Juli tahun 2009 juga belum terjadi perubahan pola sehingga *dummy* $d_{2,t}$ dan $d_{2,t}t$ masing-masing bernilai nol. Apabila disubstitusikan dengan nilai $t = 7$ (menyatakan bulan Juli tahun 2009) dan $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= -18,33 (7) + 998,72 (1) + N_t \\ &= 870,41 + N_t \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk bulan Juli tahun 2011 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{1,t} = -18,33 t + 998,72 S_{7,t} + 101,67 H_{1,t} + N_t$$

Model tersebut hampir sama dengan bulan Juli tahun 2009, hanya saja *dummy* $H_{1,t}$ tidak bernilai nol karena bulan Juli tahun 2011 merupakan satu bulan sebelum jatuhnya Hari Raya Idul Fitri. Bulan Juli tahun 2011 sebenarnya sudah terkena efek perubahan pola, namun karena *dummy* $d_{1,t}$ dan $d_{1,t}t$ tidak signifikan pada model ARIMAX *total market* sepeda motor bebek, maka keduanya diabaikan. Dengan mensubstitusikan nilai $t = 31$ (menyatakan bulan Juli tahun 2011), $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), dan $H_{1,t} = 1$ (menyatakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri) maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= -18,33 (31) + 998,72 (1) + 101,67(1) + N_t \\ &= 532,16 + N_t \end{aligned}$$

Terakhir, untuk bulan Juli tahun 2013 modelnya dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= -18,33 t + 998,72 S_{7,t} + 101,67 H_{1,t} - 602,95 d_{2,t} \\ &\quad + 17,30 d_{2,t}t + N_t \end{aligned}$$

Model tersebut hampir sama dengan bulan Juli tahun 2011 namun ditambah dengan *dummy* $d_{2,t}$ dan $d_{2,t}t$ yang merepresentasikan efek perubahan pola untuk tahun 2013. Apabila disubstitusikan dengan nilai $t = 55$ (menyatakan bulan Juli tahun 2013), $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), $H_{1,t} = 1$ (menyatakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri), $d_{2,t} = 1$ (menyatakan perubahan pola tahun 2013) dan $d_{2,t}t = 1$ (menyatakan *trend* perubahan pola tahun 2013) maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{1,t} &= -18,33 (55) + 998,72 (1) + 101,67(1) - 602,95(1) \\ &\quad + 17,30 (55) + N_t \\ &= 440,79 + N_t \end{aligned}$$

Diantara ketiga model tersebut, model yang mengandung variabel *dummy* paling banyak adalah model bulan Juli tahun 2013 sehingga digunakan sebagai contoh interpretasi. Model ini mengandung *dummy trend*, *dummy* seasonal bulanan, *dummy* satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri, *dummy* perubahan pola, dan *dummy trend* perubahan pola. *Dummy trend* memiliki koefisien sebesar -18,33 yang menunjukkan bahwa *total market* sepeda motor bebek akan mengalami penurunan sebesar 18 unit setiap penambahan bulan sebesar satu satuan. Untuk bulan Juli tahun 2013, penurunannya adalah sebesar 1008 unit $(-18,33 \times 55)$. *Dummy* seasonal bulanan menunjukkan *total market* sepeda motor bebek pada bulan yang bersangkutan. Nilai koefisien sebesar 998,72 menunjukkan bahwa terjadi penjualan sepeda motor bebek sebanyak 999 unit pada bulan Juli setiap tahunnya. *Dummy* satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri menunjukkan terjadinya peningkatan penjualan sepeda motor bebek sebanyak 102 unit pada setiap satu bulan menjelang hari raya Idul Fitri seperti yang terjadi pada bulan Juli tahun 2013. *Dummy* perubahan pola menunjukkan bahwa terjadi penurunan penjualan sepeda motor bebek sebesar 603 unit setelah tahun 2011, yaitu pada tahun 2012 dan 2013.

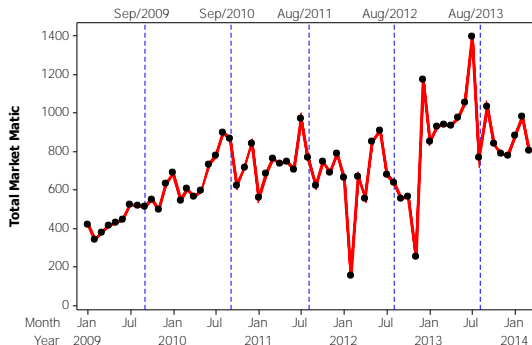
Dummy trend perubahan pola menunjukkan bahwa terjadi kenaikan penjualan sepeda motor bebek sebesar 17 unit setiap penambahan bulan setelah tahun 2011 sebesar satu satuan.

4.2.2 Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Matic*

Menurut data-data yang telah diuraikan sebelumnya, kuat dugaan bahwa *total market* sepeda motor matic di Kabupaten Trenggalek dipengaruhi oleh adanya efek Hari Raya Idul Fitri. Dengan begitu, pemodelan *total market* sepeda motor matic dilakukan dengan menggunakan metode ARIMAX yang melibatkan variasi kalender. Variasi kalender direpresentasikan oleh variabel *dummy* satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Pemodelan diawali dengan identifikasi model dugaan yang sesuai kemudian dilanjutkan dengan pemilihan model terbaik.

4.2.2.1 Identifikasi Model *Total Market Sepeda Motor Matic*

Tahap awal identifikasi model adalah melihat pola sebaran data dengan menggunakan *time series plot*. *Time series plot total market* sepeda motor matic disajikan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 *Time Series Plot Total Market Sepeda Motor Matic*

Garis putus-putus pada Gambar 4.8 menunjukkan jatuhnya Hari Raya Idul Fitri pada setiap tahun. Berdasarkan

Gambar 4.8 terlihat bahwa terjadi kenaikan *total market* sepeda motor matic pada periode bulan di sekitar Hari Raya Idul Fitri. Selain itu, terlihat pula adanya efek *trend*, efek seasonal bulanan, dan efek perubahan pola yang mempengaruhi *total market* sepeda motor matic. Model variasi kalender yang terbentuk sementara adalah

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{2,t} = & \hat{\delta}_1 t + \hat{\beta}_1 S_{1,t} + \hat{\beta}_2 S_{2,t} + \hat{\beta}_3 S_{3,t} + \hat{\beta}_4 S_{4,t} + \hat{\beta}_5 S_{5,t} + \hat{\beta}_6 S_{6,t} \\ & + \hat{\beta}_7 S_{7,t} + \hat{\beta}_8 S_{8,t} + \hat{\beta}_9 S_{9,t} + \hat{\beta}_{10} S_{10,t} + \hat{\beta}_{11} S_{11,t} + \hat{\beta}_{12} S_{12,t} \\ & + \hat{\alpha}_1 H_{1,t} + \hat{\alpha}_2 H_{2,t} + \hat{\alpha}_3 H_{3,t} + \hat{\gamma}_1 d_{1,t} + \hat{\gamma}_2 d_{2,t} + \hat{\omega}_1 d_{1,t} t \\ & + \hat{\omega}_2 d_{2,t} t + N_t\end{aligned}$$

dengan N_t merupakan model ARIMA dari residual. Hasil estimasi parameternya ditampilkan pada Tabel 4.12.

Berdasarkan hasil penaksiran parameter dan uji signifikansi parameter yang ditampilkan pada Tabel 4.12 terlihat bahwa tidak semua parameter signifikan. Parameter yang tidak signifikan adalah $\beta_8, \beta_9, \beta_{11}, \alpha_2, \alpha_3, \gamma_1, \omega_1$ dan ω_2 yang masing-masing memiliki *p-value* yang lebih besar dari 0,1. Parameter $\beta_8, \beta_9, \beta_{11}$ yang tidak signifikan menjelaskan bahwa *total market* pada bulan Agustus, September, dan November merupakan *total market* dengan nilai terendah dibandingkan bulan-bulan lainnya. *Total market* pada bulan-bulan tersebut sudah mampu ditangkap oleh efek *trend* sehingga parameternya menjadi tidak signifikan. Sedangkan parameter γ_1, ω_1 dan ω_2 yang tidak signifikan mengindikasikan bahwa pola *trend* yang terjadi pada bulan-bulan di tahun 2011 tidak signifikan atau tidak memiliki perbedaan tingkat kemiringan dengan pola *trend* pada tahun sebelumnya. Perbedaan tingkat kemiringan hanya terjadi pada pola yang ditunjukkan pada tahun 2012 ke atas dimana *trendnya* lebih landai dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Selain itu, parameter α_2 dan α_3 yang mewakili efek ketika dan setelah Hari raya Idul Fitri juga tidak signifikan. Hal ini tidak menjadi masalah karena efek hari raya sudah diwakili oleh parameter α_1 yang signifikan, sesuai dengan fakta yang ditunjukkan pada *time series plot* sebelumnya dimana *total market* sepeda motor jenis matic cenderung

mengalami kenaikan hampir pada setiap satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri.

Tabel 4.12 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Matic

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
δ_1	21,88	4,73	4,62	< 0,0001
β_1	372,35	85,66	4,35	< 0,0001
β_2	245,27	86,31	2,84	0,0070
β_3	364,79	87,20	4,18	0,0002
β_4	312,31	88,30	3,54	0,0010
β_5	369,03	89,63	4,12	0,0002
β_6	397,35	91,16	4,36	< 0,0001
β_7	340,35	115,22	2,95	0,0052
β_8	150,59	147,36	1,02	0,3129
β_9	235,34	145,80	1,61	0,1144
β_{10}	202,91	108,90	1,86	0,0698
β_{11}	108,54	101,53	1,07	0,2914
β_{12}	340,26	104,07	3,27	0,0022
α_1	224,87	117,85	1,91	0,0636
α_2	100,74	136,26	0,74	0,4640
α_3	7,78	117,85	0,07	0,9477
γ_1	-167,21	434,69	-0,38	0,7025
γ_2	-627,25	233,03	-2,69	0,0103
ω_1	-2,73	14,29	-0,19	0,8494
ω_2	0,86	6,21	0,14	0,8909

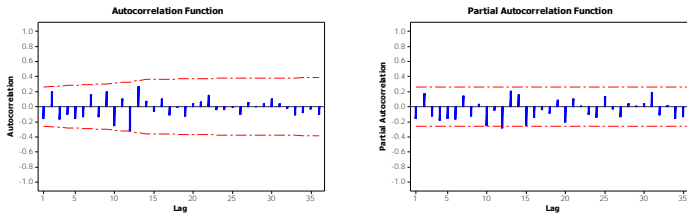
Oleh karena itu, guna mendapatkan model terbaik maka perlu dilakukan pemodelan kembali dengan membuang variabel yang tidak signifikan. Khusus variabel *dummy* yang mewakili bulan, yang dibuang hanya variabel *dummy* bulan November

karena memiliki koefisien paling kecil. Sedangkan *dummy* bulan lainnya yang tidak signifikan tetap dipertahankan karena masih memungkinkan untuk signifikan jika dimodelkan kembali. Begitu juga halnya dengan *dummy* yang mewakili pola tahun 2011 ($d_{1,t}$), walaupun tidak signifikan tetapi tetap dipertahankan karena masih memiliki kemungkinan bersifat signifikan pada pemodelan berikutnya. Variabel *dummy* $d_{1,t}$ penting untuk menjaga hasil ramalan agar mengikuti pola *trend* yang berubah-ubah. Hasil pemodelan kembali dengan penaksiran dan estimasi parameter yang baru dapat dilihat pada Tabel 4.13 berikut

Tabel 4.13 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Matic Setelah Pembuangan Variabel yang Tidak Signifikan

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
δ_1	24,83	2,61	9,50	< 0,0001
β_1	346,45	68,92	5,03	< 0,0001
β_2	216,22	69,48	3,11	0,0032
β_3	332,59	70,12	4,74	< 0,0001
β_4	276,96	70,86	3,91	0,0003
β_5	330,54	71,69	4,61	< 0,0001
β_6	355,71	72,60	4,90	< 0,0001
β_7	325,68	92,20	3,53	0,0010
β_8	183,18	83,34	2,20	0,0331
β_9	229,22	75,80	3,02	0,0041
β_{10}	151,79	77,02	1,97	0,0549
β_{12}	279,73	79,65	3,51	0,0010
α_1	174,67	92,59	1,89	0,0657
γ_1	-292,85	73,94	-3,96	0,0003
γ_2	-681,02	109,65	-6,21	< 0,0001

Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter pada Tabel 4.13 menunjukkan bahwa semua parameter telah signifikan dengan p -value yang kurang dari $\alpha = 0,1$. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* pada residual N_t dengan melihat plot ACF dan PACF.



Gambar 4.9 Plot ACF dan PACF dari N_t Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Matic

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa Plot ACF dan PACF model variasi kalender tersebut masih ada yang keluar dari batas. Secara visual, ini berarti residual (N_t) model tersebut belum memenuhi asumsi *white noise*. Hasil ini didukung secara matematis oleh pengujian asumsi *white noise* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pengujian Asumsi *White Noise* N_t Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Matic

Sampai Lag ke-	Chi Square	df	P-value
6	9,20	6	0,1627
12	28,87	12	0,0041
18	37,22	18	0,0049
24	41,81	24	0,0136
30	44,78	30	0,0405
36	49,24	36	0,0696

Tabel 4.14 menunjukkan bahwa residual model variasi kalender *total market* sepeda motor matic masih belum memenuhi

asumsi *white noise* karena nilai *p-value* nya masih kurang dari 0,1. Dengan demikian, maka N_t perlu dimodelkan kembali dengan memasukkan lag-lag signifikan pada plot ACF hingga diperoleh model yang memenuhi asumsi *white noise* kemudian digabung dengan model regresi *time series* sebelumnya untuk membentuk model ARIMAX.

Model dugaan N_t ditentukan berdasarkan plot ACF dan PACF. Pada plot ACF, hanya terdapat satu lag yang keluar batas yaitu lag-12. Pada plot PACF juga terdapat satu lag yang keluar batas yaitu lag-12. Keluarnya lag-12 ini mengindikasikan adanya efek seasonal bulanan pada *total market* sepeda motor matic. Jadi, terdapat tujuh macam model dugaan yaitu ARIMA (0,0,[2,9]) (1,0,0)¹², ARIMA (0,0,[2,13])(1,0,0)¹², ARIMA ([9],0,[2,13]) (1,0,0)¹², ARIMA ([6],0,[4])(0,0,1)¹², ARIMA ([6,13],0,[2,4]) (1,0,0)¹², ARIMA ([12,13],0,[2,9]) dan ARIMA ([6,9],0,[4,5]) (0,0,1)¹². Hasil estimasi parameter dari ketujuh model tersebut ditampilkan pada Tabel 4.15.

Berdasarkan Tabel 4.15 dapat diketahui bahwa semua parameter dari ketujuh model dugaan tersebut masing-masing memiliki *p-value* yang kurang dari $\alpha=0,1$. Artinya, ketujuh model dugaan tersebut telah memiliki parameter yang signifikan. Setelah melakukan uji signifikansi parameter, langkah selanjutnya adalah melakukan uji asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Hasil pengujian pada Tabel 4.16 menunjukkan bahwa semua model memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal kecuali model ARIMA ([6],0,[4])(0,0,1)¹². Model tersebut tidak memenuhi asumsi berdistribusi normal karena memiliki nilai *p-value* yang kurang dari $\alpha=0,1$. Jadi, model tersebut tidak dapat digunakan untuk membentuk model ARIMAX sehingga dieliminasi dari tahap pemilihan model terbaik. Dengan demikian, maka model ARIMAX akan dibentuk dengan menggabungkan model variasi kalender sebelumnya dengan masing-masing dari keenam model N_t yang terpilih.

Tabel 4.15 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model N_t Total
Market Sepeda Motor Matic

Model	Parameter	Estimasi	Std. Error	T-value	P-value
ARIMA (0,0,[2,9])(1,0,0) ¹²	θ_2	-0,42	0,11	-3,72	0,0005
	θ_9	-0,39	0,13	-2,98	0,0043
	Φ_{12}	-0,47	0,14	-3,45	0,0011
ARIMA (0,0,[2,13])(1,0,0)	θ_2	-0,33	0,11	-2,97	0,0044
	θ_{13}	-0,52	0,12	-4,27	<0,0001
	Φ_{12}	-0,40	0,13	-3,08	0,0032
ARIMA ([9],0,[2,13])(1,0,0) ¹²	θ_2	-0,29	0,12	-2,52	0,0147
	θ_{13}	-0,53	0,13	-4,04	0,0002
	ϕ_9	0,26	0,14	1,89	0,0636
	Φ_{12}	-0,44	0,13	-3,30	0,0017
ARIMA ([6],0,[4])(0,0,1) ¹²	θ_4	0,29	0,13	2,25	0,0286
	θ_{12}	0,65	0,11	5,84	<0,0001
	ϕ_6	-0,27	0,13	-2,06	0,0438
ARIMA ([6,13],0,[2,4])(1,0,0) ¹²	θ_2	-0,25	0,13	-1,87	0,0665
	θ_4	0,40	0,13	3,21	0,0022
	ϕ_6	-0,34	0,13	-2,68	0,0098
	Φ_{12}	0,54	0,13	4,07	0,0002
	ϕ_{13}	-0,43	0,14	-3,13	0,0028
ARIMA ([12,13],0,[2,9])	θ_2	-0,30	0,13	-2,28	0,0262
	θ_9	-0,40	0,14	-2,87	0,0058
	Φ_{12}	-0,42	0,13	-3,20	0,0023
	ϕ_{13}	0,44	0,15	2,88	0,0055
ARIMA ([6,9],0,[4,5])(0,0,1) ¹²	θ_4	0,24	0,13	1,75	0,0851
	θ_5	0,33	0,13	2,49	0,0160
	θ_{12}	0,59	0,13	4,60	<0,0001
	ϕ_6	-0,24	0,13	-1,85	0,0699
	ϕ_9	0,32	0,14	2,24	0,0290

Tabel 4.16 Pengujian Asumsi *White Noise* dan Berdistribusi Normal
Total Market Sepeda Motor Matic

Model ARIMA	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(0,0,[2,9])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(9,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[4])(0,0,1)^{12}$	<i>White noise</i>	Tidak Berdistribusi Normal
$([6,13],0,[2,4])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([12,13],0,[2,9])$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6,9],0,[4,5])(0,0,1)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

4.2.2.2 Pemilihan Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Matic*

Pada tahap ini akan dilakukan pemodelan ARIMAX berdasarkan model N_t yang telah memenuhi asumsi sebelumnya. Pemodelan dilakukan sampai semua parameter signifikan serta menghasilkan residual yang *white noise* dan berdistribusi normal. Model terbaik ditentukan dengan kriteria kebaikan model yaitu MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Langkah yang ditempuh sama seperti pemodelan ARIMAX *total market* sepeda motor bebek sebelumnya. Oleh karena itu, pada pembahasan ini hanya ditampilkan hasilnya secara ringkas saja. Pengujian signifikansi parameter dan asumsi residual dari keenam model ARIMAX tersebut disajikan pada Tabel 4.17.

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa semua model ARIMAX telah memenuhi uji signifikansi parameter. Sedangkan dari uji asumsi residual ternyata ada satu model yang tidak memenuhi asumsi *white noise* yaitu model ARIMAX $([6,13],0,[2,4])(1,0,0)^{12}$. Model ini dieliminasi karena tidak dapat digunakan untuk tahap peramalan.

Tabel 4.17 Pengujian Signifikansi Parameter dan Asumsi Residual
Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Matic

Model ARIMAX	Uji Signifikansi Parameter	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(0,0,[2,9])(1,0,0)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(9,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6,13],0,[2,4])(1,0,0)^{12}$	Signifikan	Tidak <i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([12,13],0,[2,9])$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6,9],0,[4,5])(0,0,1)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

Jadi, terdapat lima model ARIMAX yang dapat dipilih sebagai model terbaik dengan persamaan matematisnya masing-masing adalah sebagai berikut

A. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA } (0,0,[2,9])(1,0,0)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & 25,40 t + 344,80 S_{1,t} + 186,78 S_{2,t} + 326,55 S_{3,t} \\
 & + 264,82 S_{4,t} + 312,17 S_{5,t} + 315,40 S_{6,t} \\
 & + 281,62 S_{7,t} + 161,10 S_{8,t} + 187,81 S_{9,t} \\
 & + 135,92 S_{10,t} + 295,49 S_{12,t} \\
 & + 182,86 H_{1,t} - 339,33 d_{1,t} - 672,13 d_{2,t} \\
 & + \frac{(1 + 0,43 B^2 - 0,60 B^9)}{(1 + 0,58 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

B. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA } (0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & 25,02 t + 333,02 S_{1,t} + 178,74 S_{2,t} + 311,28 S_{3,t} \\
 & + 274,89 S_{4,t} + 317,17 S_{5,t} + 343,35 S_{6,t} \\
 & + 286,56 S_{7,t} + 172,49 S_{8,t} + 192,36 S_{9,t}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +137,59 S_{10,t} + 242,35 S_{12,t} \\
& +176,94 H_{1,t} - 269,89 d_{1,t} - 664,38 d_{2,t} \\
& + \frac{(1 + 0,29 B^2 - 0,67 B^{13})}{(1 + 0,42 B^{12})} a_t
\end{aligned}$$

C. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}(9,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
Y_{2,t} = & 24,55 t + 328,38 S_{1,t} + 162,45 S_{2,t} + 299,39 S_{3,t} \\
& +277,01 S_{4,t} + 311,75 S_{5,t} + 336,33 S_{6,t} \\
& +282,90 S_{7,t} + 152,36 S_{8,t} + 174,25 S_{9,t} \\
& +126,43 S_{10,t} + 238,22 S_{12,t} + 180,37 H_{1,t} \\
& -245,91 d_{1,t} - 632,20 d_{2,t} \\
& + \frac{(1 + 0,25 B^2 + 0,76 B^{13})}{(1 - 0,33 B^9)(1 + 0,46 B^{12})} a_t
\end{aligned}$$

D. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([12,13],0,[2,9])$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
Y_{2,t} = & 24,52 t + 350,64 S_{1,t} + 188,52 S_{2,t} + 330,07 S_{3,t} \\
& +265,41 S_{4,t} + 326,66 S_{5,t} + 320,83 S_{6,t} \\
& +278,64 S_{7,t} + 170,16 S_{8,t} + 199,58 S_{9,t} \\
& +136,17 S_{10,t} + 297,89 S_{12,t} + 183,80 H_{1,t} \\
& -307,32 d_{1,t} - 630,20 d_{2,t} \\
& + \frac{(1 + 0,34 B^2 + 0,68 B^9)}{(1 + 0,53 B^{12} - 0,40 B^{13})} a_t
\end{aligned}$$

E. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([6,9],0,[4,5])(0,0,1)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

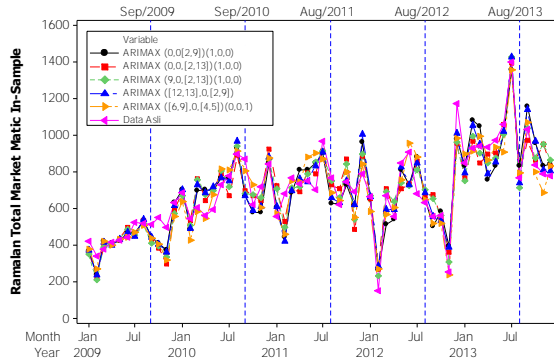
$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & 27,76 t + 350,82 S_{1,t} + 217,05 S_{2,t} + 339,17 S_{3,t} \\
 & + 289,21 S_{4,t} + 313,78 S_{5,t} + 328,94 S_{6,t} \\
 & + 307,17 S_{7,t} + 161,50 S_{8,t} + 180,05 S_{9,t} \\
 & + 115,38 S_{10,t} + 257,06 S_{12,t} \\
 & + 132,14 H_{1,t} - 383,02 d_{1,t} - 796,51 d_{2,t} \\
 & + \frac{(1 - 0,46 B^4 - 0,54 B^5)(1 - 0,87 B^{12})}{(1 + 0,35 B^6 - 0,45 B^9)} a_t
 \end{aligned}$$

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan hasil ramalan *in-sample* dan *out-sample*. Kriteria kebaikan model yang digunakan adalah MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Perbandingan hasil ramalan dari kelima model ARIMAX tersebut disajikan pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample Total Market Sepeda Motor Matic*

Model ARIMAX	MAPE		SMAPE		MdRAE	
	In	Out	In	Out	In	Out
$(0,0,[2,9])(1,0,0)^{12}$	13,15	40,44	12,99	32,05	0,40	4,05
$(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	13,27	34,04	13,14	27,74	0,44	3,23
$(9,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$	12,35	35,11	12,48	28,56	0,48	3,21
$([12,13],0,[2,9])$	12,53	46,31	12,23	35,26	0,30	4,41
$([6,9],0,[4,5])(0,0,1)^{12}$	11,17	41,31	11,22	33,63	0,41	4,00

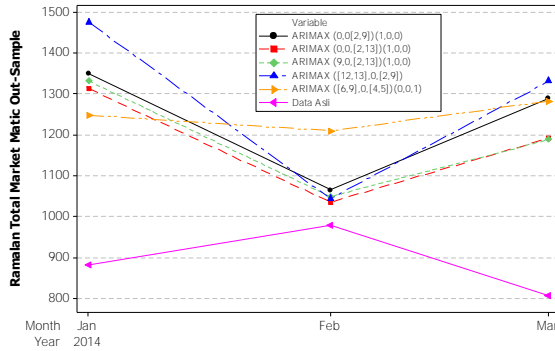
Tabel 4.18 menunjukkan bahwa hasil ramalan *in-sample* memiliki *error* yang lebih lebih kecil daripada ramalan *out-sample*. Artinya, model ARIMAX mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan hasil ramalan *in-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Perbandingan Hasil Ramalan *In-sample* dari Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Matic*

Perbandingan kebaikan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.18 menunjukkan bahwa hasil ramalan *out-sample* kelima model ARIMAX tersebut masih memiliki *error* yang besar. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena pola data tahun 2014 yang digunakan sebagai data *out-sample*, berbeda dengan pola data *in-sample* yang digunakan untuk membangun model. Satu-satunya model yang memberikan hasil ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX $(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$. Model ini memiliki nilai MAPE dan SMAPE yang terkecil diantara model-model lainnya. Dengan demikian, model terbaik yang dipilih untuk melakukan peramalan terhadap total market sepeda motor matic adalah model ARIMAX $(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$. Perbandingan hasil ramalan *out-sample* dapat juga dilihat pada Gambar 4.11.

Berdasarkan Gambar 4.11 terlihat bahwa hasil ramalan *out-sample* dari metode ARIMAX masih memiliki *error* yang besar, sehingga masih agak jauh dari pola data asli. Namun demikian, semua hasil ramalan *out-sample* ARIMAX tersebut sudah lebih baik daripada hasil ramalan *out-sample* total market sepeda motor bebek karena tidak bersifat *underestimate* atau berada di bawah nilai data asli.



Gambar 4.11 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-sample* dari Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Matic*

Diantara kelima model ARIMAX tersebut, model terpilih yang memberikan hasil ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX $(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$. Model ini dapat dijabarkan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & 25,02 t + 333,02 S_{1,t} + 178,74 S_{2,t} + 311,28 S_{3,t} \\
 & + 274,89 S_{4,t} + 317,17 S_{5,t} + 343,35 S_{6,t} \\
 & + 286,56 S_{7,t} + 172,49 S_{8,t} + 192,36 S_{9,t} \\
 & + 137,59 S_{10,t} + 242,35 S_{12,t} \\
 & + 176,94 H_{1,t} - 269,89 d_{1,t} - 664,38 d_{2,t} \\
 & + \frac{(1 + 0,29 B^2 - 0,67 B^{13})}{(1 + 0,42 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

Secara implisit, model tersebut memiliki tiga bentuk yang berbeda sesuai dengan *dummy* perubahan pola yaitu model untuk tahun 2009 dan 2010 ($1 \leq t \leq 24$), model untuk tahun 2011 ($25 \leq t \leq 36$), dan model untuk tahun 2012 dan 2013 ($37 \leq t \leq 60$). Misalkan diambil contoh bulan Juli tahun 2009 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{2,t} = 25,02 t + 286,56 S_{7,t} + N_t$$

Model tersebut hanya dipengaruhi *trend* dan *dummy* bulan Juli. Hal ini dikarenakan bulan Juli tahun 2009 bukan merupakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri sehingga *dummy* $H_{1,t}$ bernilai nol. Selain itu, pada bulan Juli tahun 2009 juga belum terjadi perubahan pola sehingga *dummy* $d_{1,t}$ dan $d_{2,t}$ masing-masing bernilai nol. Apabila disubstitusikan dengan nilai $t = 7$ (menyatakan bulan Juli tahun 2009) dan $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{2,t} &= 25,02 (7) + 286,56 (1) + N_t \\ &= 461,7 + N_t \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk bulan Juli tahun 2011 modelnya dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{2,t} &= 25,02 t + 286,56 S_{7,t} + 176,94 H_{1,t} \\ &\quad - 269,89 d_{1,t} + N_t \end{aligned}$$

Model tersebut hampir sama dengan bulan Juli tahun 2009, hanya saja *dummy* $H_{1,t}$ dan $d_{1,t}$ tidak bernilai nol karena bulan Juli tahun 2011 merupakan satu bulan sebelum jatuhnya Hari Raya Idul Fitri serta sudah terkena efek perubahan pola. Dengan mensubstitusikan nilai $t = 31$ (menyatakan bulan Juli tahun 2011), $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), $H_{1,t} = 1$ (menyatakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri) dan $d_{1,t} = 1$ (menyatakan perubahan pola tahun 2011) maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{2,t} &= 25,02 (31) + 286,56 (1) + 176,94 (1) \\ &\quad - 269,89 (1) + N_t \\ &= 969,23 + N_t \end{aligned}$$

Terakhir, untuk bulan Juli tahun 2013 modelnya dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{2,t} &= 25,02 t + 286,56 S_{7,t} + 176,94 H_{1,t} \\ &\quad - 664,38 d_{2,t} + N_t \end{aligned}$$

Model tersebut hampir sama dengan bulan Juli tahun 2011 namun *dummy* $d_{1,t}$ diganti dengan *dummy* $d_{2,t}$ yang merepresentasikan efek perubahan pola untuk tahun 2013. Apabila disubstitusikan dengan nilai $t = 55$ (menyatakan bulan Juli tahun 2013), $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), $H_{1,t} = 1$ (menyatakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri), dan $d_{2,t} = 1$ (menyatakan perubahan pola tahun 2013) maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{2,t} &= 25,02 (55) + 286,56 (1) + 176,94 (1) \\ &\quad - 664,38 (1) + N_t \\ &= 1175,22 + N_t \end{aligned}$$

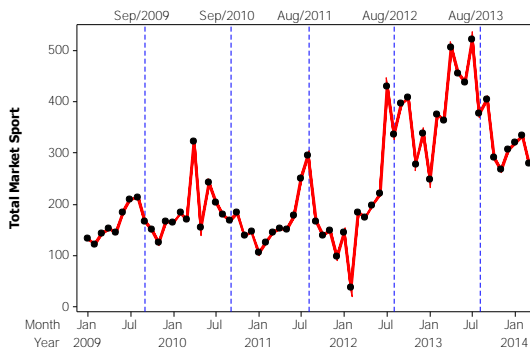
Diantara ketiga model tersebut, model bulan Juli tahun 2013 akan digunakan sebagai contoh interpretasi. Model ini mengandung *dummy trend*, *dummy* seasonal bulanan, *dummy* satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri, dan *dummy* perubahan pola. *Dummy trend* memiliki koefisien sebesar 25,02 yang menunjukkan bahwa *total market* sepeda motor matic akan mengalami peningkatan sebesar 25 unit setiap penambahan bulan sebesar satu satuan. Untuk bulan Juli tahun 2013, peningkatannya adalah sebesar 1376 unit ($25,02 \times 55$). *Dummy* seasonal bulanan menunjukkan *total market* sepeda motor matic pada bulan yang bersangkutan. Nilai koefisien sebesar 286,56 menunjukkan bahwa terjadi penjualan sepeda motor matic sebanyak 287 unit pada bulan Juli setiap tahunnya. *Dummy* satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri menunjukkan terjadinya peningkatan penjualan sepeda motor matic sebanyak 177 unit pada setiap satu bulan menjelang hari raya Idul Fitri seperti yang terjadi pada bulan Juli tahun 2013. *Dummy* perubahan pola menunjukkan bahwa terjadi penurunan penjualan sepeda motor matic sebesar 664 unit setelah tahun 2011, yaitu pada tahun 2012 dan 2013. Sedangkan pada tahun 2011 terjadi penurunan sebesar 270 unit seperti yang ditunjukkan oleh model untuk bulan Juli tahun 2011.

4.2.3 Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Sport*

Menurut data-data yang telah diuraikan sebelumnya, kuat dugaan bahwa *total market* sepeda motor sport di Kabupaten Trenggalek dipengaruhi oleh adanya efek Hari Raya Idul Fitri. Dengan begitu, pemodelan *total market* sepeda motor sport dilakukan dengan menggunakan metode ARIMAX yang melibatkan variasi kalender. Variasi kalender direpresentasikan oleh variabel *dummy* satu bulan sebelum, ketika, dan setelah Hari Raya Idul Fitri. Pemodelan diawali dengan identifikasi model dugaan yang sesuai kemudian dilanjutkan dengan pemilihan model terbaik.

4.2.3.1 Identifikasi Model *Total Market Sepeda Motor Sport*

Tahap awal identifikasi model adalah melihat pola sebaran data dengan menggunakan *time series plot*. *Time series plot total market* sepeda motor sport disajikan pada Gambar 4.12



Gambar 4.12 *Time Series Plot Total Market Sepeda Motor Sport*

Garis putus-putus pada Gambar 4.12 menunjukkan jatuhnya Hari Raya Idul Fitri setiap tahun. Berdasarkan Gambar 4.12 terlihat bahwa terjadi kenaikan *total market* sepeda motor sport pada periode bulan di sekitar Hari Raya Idul Fitri. Selain itu, terlihat pula adanya efek *trend*, efek *seasonal* bulanan serta efek perubahan pola yang mempengaruhi *total market* sepeda motor sport. Model variasi kalender yang terbentuk sementara adalah

$$\begin{aligned}\hat{Y}_{1,t} = & \hat{\delta}_1 t + \hat{\beta}_1 S_{1,t} + \hat{\beta}_2 S_{2,t} + \hat{\beta}_3 S_{3,t} + \hat{\beta}_4 S_{4,t} + \hat{\beta}_5 S_{5,t} + \hat{\beta}_6 S_{6,t} \\ & + \hat{\beta}_7 S_{7,t} + \hat{\beta}_8 S_{8,t} + \hat{\beta}_9 S_{9,t} + \hat{\beta}_{10} S_{10,t} + \hat{\beta}_{11} S_{11,t} + \hat{\beta}_{12} S_{12,t} \\ & + \hat{\alpha}_1 H_{1,t} + \hat{\alpha}_2 H_{2,t} + \hat{\alpha}_3 H_{3,t} + \hat{\gamma}_1 d_{1,t} + \hat{\gamma}_2 d_{2,t} + \hat{\omega}_1 d_{1,t}t \\ & + \hat{\omega}_2 d_{2,t}t + N_t\end{aligned}$$

dengan N_t merupakan model ARIMA dari residual. Estimasi parameternya disajikan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market Sepeda Motor Sport*

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
δ_1	1,77	2,12	0,83	0,4099
β_1	111,33	38,35	2,90	0,0060
β_2	115,64	38,65	2,99	0,0047
β_3	142,14	39,04	3,64	0,0008
β_4	197,25	39,54	4,99	< 0,0001
β_5	150,56	40,13	3,75	0,0006
β_6	176,27	40,82	4,32	0,0001
β_7	209,63	51,59	4,06	0,0002
β_8	144,14	65,98	2,18	0,0348
β_9	120,51	65,28	1,85	0,0723
β_{10}	116,60	48,76	2,39	0,0216
β_{11}	86,61	45,46	1,91	0,0640
β_{12}	100,91	46,60	2,17	0,0364
α_1	53,23	52,77	1,01	0,3191
α_2	46,09	61,01	0,76	0,4544
α_3	47,73	52,77	0,90	0,3711
γ_1	-111,77	194,64	-0,57	0,5690
γ_2	-337,53	104,34	-3,23	0,0024
ω_1	2,27	6,40	0,35	0,7250
ω_2	8,68	2,78	3,12	0,0033

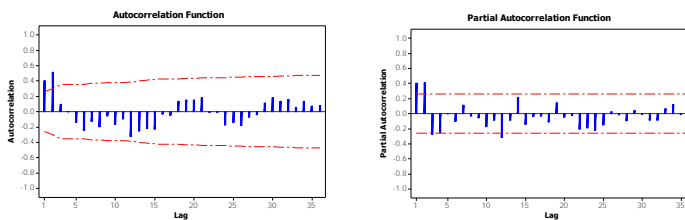
Berdasarkan hasil penaksiran parameter dan uji signifikansi parameter yang ditampilkan pada Tabel 4.19 terlihat bahwa tidak semua parameter signifikan. Parameter yang tidak signifikan adalah δ_1 , α_1 , α_2 , α_3 , γ_1 dan ω_1 yang masing-masing memiliki *p-value* yang lebih besar dari 0,1. Parameter δ_1 yang tidak signifikan menjelaskan bahwa *total market* sepeda motor sport cenderung bersifat stasioner dan tidak banyak dipengaruhi oleh efek *trend*. Koefisien *trend*-nya memiliki nilai yang sangat kecil yaitu hanya sebesar 1,87 sehingga tidak signifikan dalam model. Parameter α_1 , α_2 dan α_3 yang tidak signifikan menjelaskan bahwa *total market* sepeda motor sport tidak dipengaruhi efek Hari Raya Idul Fitri. Artinya, tidak banyak masyarakat kabupaten Trenggalek yang suka membeli sepeda motor sport menjelang Hari Raya Idul Fitri. Selanjutnya, parameter γ_1 dan ω_1 yang tidak signifikan mengindikasikan bahwa pola *trend* yang terjadi pada bulan-bulan di tahun 2011 tidak signifikan atau tidak memiliki perbedaan tingkat kemiringan dengan pola *trend* pada tahun sebelumnya. Perbedaan tingkat kemiringan hanya terjadi pada pola yang ditunjukkan pada tahun 2012 ke atas dimana *trend*-nya lebih jelas terlihat dibandingkan tahun-tahun sebelumnya.

Sedangkan parameter γ_2 dan ω_2 yang signifikan akan mempengaruhi hasil ramalan pada tahun 2014 dan 2015 agar mampu mengikuti pola kenaikan yang ekstrim pada dua tahun terakhir. Oleh karena itu, guna mendapatkan model terbaik maka perlu dilakukan pemodelan kembali dengan membuang variabel yang tidak signifikan. Hasil pemodelan kembali dengan penaksiran dan estimasi parameter yang baru dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Sport Setelah Pembuangan Variabel yang Tidak Signifikan

Parameter	Estimasi	Std.Error	T-value	P-value
β_1	120,29	29,70	4,05	0,0002
β_2	126,32	29,60	4,27	< 0,0001
β_3	154,55	29,51	5,24	< 0,0001
β_4	211,38	29,45	7,18	< 0,0001
β_5	166,42	29,40	5,66	< 0,0001
β_6	193,85	29,38	6,60	< 0,0001
β_7	260,88	29,38	8,88	< 0,0001
β_8	214,12	29,40	7,28	< 0,0001
β_9	190,35	29,45	6,46	< 0,0001
β_{10}	160,18	29,51	5,43	< 0,0001
β_{11}	112,81	29,60	3,81	0,0004
β_{12}	128,85	29,70	4,34	< 0,0001
γ_2	-330,20	97,83	-3,38	0,0015
ω_2	9,92	1,99	4,99	< 0,0001

Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter pada Tabel 4.20 menunjukkan bahwa semua parameter telah signifikan dengan p -value yang kurang dari $\alpha = 0,1$. Tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi *white noise* pada residual N_t dengan melihat plot ACF dan PACF.



Gambar 4.13 Plot ACF dan PACF dari N_t Model Variasi Kalender *Total Market* Sepeda Motor Sport

Gambar 4.13 menunjukkan bahwa Plot ACF dan PACF model variasi kalender tersebut masih ada yang keluar dari batas. Secara visual, ini berarti residual (N_t) model tersebut belum memenuhi asumsi *white noise*. Hasil ini didukung secara matematis oleh pengujian asumsi *white noise* seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Pengujian Asumsi *White Noise* N_t Model Variasi Kalender *Total Market Sepeda Motor Sport*

Sampai Lag ke-	Chi Square	df	P-value
6	65,78	6	< 0,0001
12	93,04	12	< 0,0001
18	101,79	18	< 0,0001
24	116,49	24	< 0,0001
30	124,98	30	< 0,0001
36	135,94	36	< 0,0001

Tabel 4.21 menunjukkan bahwa residual model variasi kalender *total market* sepeda motor sport masih belum memenuhi asumsi *white noise* karena nilai p-value nya masih kurang dari $\alpha=0,1$. Dengan demikian, maka N_t perlu dimodelkan kembali dengan memasukkan lag-lag signifikan pada plot ACF hingga diperoleh model yang memenuhi asumsi *white noise* kemudian digabung dengan model variasi kalender sebelumnya untuk membentuk model ARIMAX.

Model dugaan N_t ditentukan berdasarkan plot ACF dan PACF. Pada plot ACF, terdapat dua lag yang keluar batas yaitu lag-1 dan lag-2. Sedangkan pada plot PACF terdapat tiga lag yang keluar batas yaitu lag-1, lag-2 dan lag-12. Keluarnya lag-12 ini mengindikasikan adanya efek seasonal bulanan pada *total market* sepeda motor sport. Jadi, terdapat tujuh macam model dugaan yaitu ARIMA (1,0,[2,6])(0,0,1)¹², ARIMA (1,0,[2,6])(1,0,0)¹², ARIMA ([6],0,[2])(0,0,1)¹², ARIMA ([6],0,[2])(1,0,0)¹², ARIMA ([1,12],0,[2,6]), ARIMA ([6,12],0,[2]), dan ARIMA ([6],0,[2,12]).

Estimasi parameter dari ketujuh model tersebut ditampilkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model N_t Total
Market Sepeda Motor Sport

Model	Parameter	Estimasi	Std. Error	T-value	P-value
ARIMA (1,0,[2,6])(0,0,1) ¹²	θ_2	-0,54	0,12	-4,41	< 0,0001
	θ_6	0,24	0,12	1,99	0,0517
	θ_{12}	0,80	0,10	7,93	< 0,0001
	ϕ_1	0,24	0,13	1,78	0,0813
ARIMA (1,0,[2,6])(1,0,0) ¹²	θ_2	-0,54	0,13	-4,22	< 0,0001
	θ_6	0,30	0,12	2,47	0,0165
	ϕ_1	0,26	0,13	1,92	0,0600
	ϕ_{12}	-0,49	0,15	-3,30	0,0017
ARIMA ([6],0,[2])(0,0,1) ¹²	θ_2	-0,61	0,11	-5,34	< 0,0001
	θ_{12}	0,86	0,10	8,91	< 0,0001
	ϕ_6	-0,43	0,13	-3,23	0,0021
ARIMA ([6],0,[2])(1,0,0) ¹²	θ_2	-0,63	0,12	-5,45	< 0,0001
	ϕ_6	-0,45	0,15	-3,08	0,0032
	ϕ_{12}	-0,57	0,15	-3,86	0,0003
ARIMA ([1,12],0,[2,6])	θ_2	-0,52	0,13	-4,11	0,0001
	θ_6	0,30	0,12	2,47	0,0166
	ϕ_1	0,28	0,12	2,37	0,0214
	ϕ_{12}	-0,51	0,14	-3,55	0,0008
ARIMA ([6,12],0,[2])	θ_2	-0,61	0,11	-5,43	< 0,0001
	ϕ_6	-0,38	0,13	-2,83	0,0064
	ϕ_{12}	-0,50	0,14	-3,61	0,0006
ARIMA ([6],0,[2,12])	θ_2	-0,45	0,12	-3,73	0,0004
	θ_{12}	0,55	0,14	3,97	0,0002
	ϕ_6	-0,36	0,14	-2,63	0,0110

Berdasarkan Tabel 4.22 dapat diketahui bahwa ketujuh model dugaan masing-masing sudah memiliki parameter yang signifikan. Setelah melakukan estimasi parameter, langkah selanjutnya adalah melakukan uji asumsi *white noise* dan berdistribusi normal. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Pengujian Asumsi *White Noise* dan Berdistribusi Normal
Total Market Sepeda Motor Sport

Model ARIMA	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(1,0,[2,6])(0,0,1)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(1,0,[2,6])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[2])(1,0,0)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[2])(0,0,1)^{12}$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([1,12],0,[2,6])$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6,12],0,[2])$	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[2,12])$	Tidak <i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

Hasil pengujian pada Tabel 4.23 menunjukkan bahwa terdapat satu model N_t yang tidak memenuhi asumsi *white noise* yaitu ARIMA $([6],0,[2,12])$. Model tersebut dieliminasi sedangkan keenam model lainnya yang sudah memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal dapat dilanjutkan ke tahap pemodelan ARIMAX. Dengan demikian, maka model ARIMAX akan dibentuk dengan menggabungkan model variasi kalender sebelumnya dengan masing-masing dari keenam model N_t yang terpilih.

4.2.3.2 Pemilihan Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Sport*

Pada tahap ini akan dilakukan pemodelan ARIMAX berdasarkan model N_t yang telah memenuhi asumsi sebelumnya.

Pemodelan dilakukan sampai semua parameter signifikan serta menghasilkan residual yang *white noise* dan berdistribusi normal. Model terbaik ditentukan dengan kriteria kebaikan model yaitu MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Langkah yang ditempuh sama seperti pemodelan ARIMAX *total market* sepeda motor per jenis sebelumnya. Oleh karena itu, pada pembahasan ini hanya ditampilkan hasilnya secara ringkas saja. Pengujian signifikansi parameter dan asumsi residual dari keenam model ARIMAX tersebut disajikan pada Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Pengujian Signifikansi Parameter dan Asumsi Residual Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Sport

Model ARIMAX	Uji Signifikansi Parameter	Uji <i>White noise</i>	Uji Normalitas
$(1,0,[2,6])(0,0,1)^{12}$	ϕ_1 Tidak Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$(1,0,[2,6])(1,0,0)^{12}$	ϕ_1 Tidak Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[2])(1,0,0)^{12}$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6],0,[2])(0,0,1)^{12}$	Signifikan	Tidak <i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([1,12],0,[2,6])$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal
$([6,12],0,[2])$	Signifikan	<i>White noise</i>	Berdistribusi Normal

Berdasarkan Tabel 4.24 dapat diketahui bahwa tidak semua model ARIMAX memenuhi uji signifikansi parameter. Model ARIMAX $(1,0,[2,6])(0,0,1)^{12}$ dan ARIMAX $(1,0,[2,6])(1,0,0)^{12}$ masing-masing tidak signifikan pada parameter ϕ_1 . Sedangkan dari uji asumsi residual ternyata ada satu model yang tidak memenuhi asumsi *white noise* yaitu model ARIMAX $([6],0,[2])(0,0,1)^{12}$. Model yang tidak memenuhi uji signifikansi maupun uji asumsi residual tersebut dieliminasi karena tidak dapat digunakan untuk tahap peramalan. Jadi, terdapat tiga model ARIMAX yang dapat dipilih sebagai model terbaik dengan persamaan matematisnya masing-masing adalah sebagai berikut.

A. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([6],0,[2])(1,0,0)^{12}$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & 113,88 S_{1,t} + 120,60 S_{2,t} + 150,88 S_{3,t} \\
 & + 209,87 S_{4,t} + 163,16 S_{5,t} + 195,06 S_{6,t} \\
 & + 262,43 S_{7,t} + 219,69 S_{8,t} + 196,46 S_{9,t} \\
 & + 171,01 S_{10,t} + 126,48 S_{11,t} + 136,90 S_{12,t} \\
 & - 357,43 d_{2,t} + 10,41 d_{2,t}t \\
 & + \frac{(1 + 0,69 B^2)}{(1 + 0,45 B^6)(1 + 0,62 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

B. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([1,12],0,[2,6])$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & 119,39 S_{1,t} + 122,66 S_{2,t} + 156,33 S_{3,t} \\
 & + 209,87 S_{4,t} + 165,42 S_{5,t} + 196,78 S_{6,t} \\
 & + 262,67 S_{7,t} + 221,42 S_{8,t} + 198,23 S_{9,t} \\
 & + 175,19 S_{10,t} + 126,71 S_{11,t} + 140,07 S_{12,t} \\
 & - 418,14 d_{2,t} + 11,51 d_{2,t}t \\
 & + \frac{(1 + 0,61 B^2 - 0,30 B^6)}{(1 - 0,28 B + 0,62 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

C. Model ARIMAX dengan $N_t = \text{ARIMA}([6,12],0,[2])$

Dengan mensubstitusi parameter yang sudah signifikan, model ARIMAX tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & 116,39 S_{1,t} + 118,89 S_{2,t} + 153,13 S_{3,t} \\
 & + 208,65 S_{4,t} + 161,68 S_{5,t} + 193,29 S_{6,t} \\
 & + 259,82 S_{7,t} + 221,03 S_{8,t} + 193,96 S_{9,t} \\
 & + 173 S_{10,t} + 126,12 S_{11,t} + 138,26 S_{12,t} \\
 & - 356,76 d_{2,t} + 10,48 d_{2,t}t
 \end{aligned}$$

$$+ \frac{(1 + 0,66 B^2)}{(1 + 0,39 B^6 + 0,57 B^{12})} a_t$$

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan hasil ramalan *in-sample* dan *out-sample*. Kriteria kebaikan model yang digunakan adalah MAPE, SMAPE, dan MdRAE. Perbandingan hasil ramalan dari kelima model ARIMAX tersebut disajikan pada Tabel 4.25.

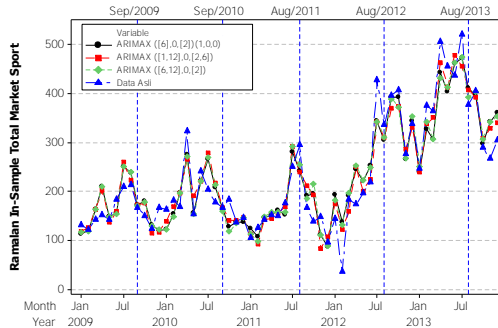
Tabel 4.25 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-sample* dan *Out-sample* Total Market Sepeda Motor Sport

Model ARIMAX	MAPE		SMAPE		MdRAE	
	In	Out	In	Out	In	Out
([6],0,[2])(1,0,0) ¹²	17,72	17,61	14,87	14,56	0,61	0,38
([1,12],0,[2,6])	16,83	17,19	14,64	14,22	0,50	0,27
([6,12],0,[2])	17,59	25,35	14,92	20,42	0,52	0,96

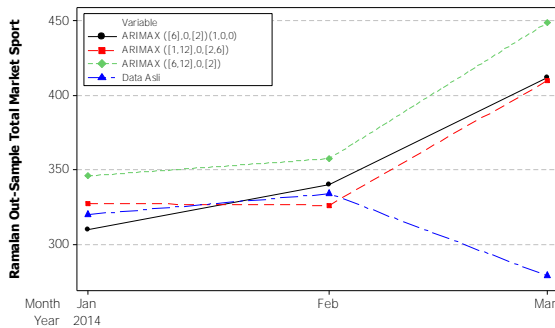
Berdasarkan hasil perbandingan pada Tabel 4.25 terlihat bahwa hasil ramalan *in-sample* memiliki *error* yang besarnya tidak berbeda jauh dengan ramalan *out-sample*. Ketiga model ARIMAX tersebut sudah mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan hasil ramalan *in-sample* dapat dilihat pada Gambar 4.14.

Perbandingan kebaikan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.25 menunjukkan bahwa hasil ramalan *out-sample* ketiga model ARIMAX tersebut masih memiliki *error* yang besar. Hal tersebut kemungkinan besar disebabkan karena pola data tahun 2014 yang digunakan sebagai data *out-sample*, berbeda dengan pola data *in-sample* yang digunakan untuk membangun model. Satu-satunya model yang memberikan hasil ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX ([1,12],0,[2,6]). Model ini memiliki nilai MAPE, SMAPE, dan MdRAE yang terkecil diantara model-model lainnya. Dengan demikian, model terbaik

yang dipilih untuk melakukan peramalan terhadap *total market* sepeda motor sport adalah model ARIMAX $([1,12],0,[2,6])$. Perbandingan hasil ramalan *out-sample* dapat juga dilihat pada Gambar 4.15.



Gambar 4.14 Perbandingan Hasil Ramalan *In-sample* dari Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Sport



Gambar 4.15 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-sample* dari Model ARIMAX *Total Market* Sepeda Motor Sport

Berdasarkan Gambar 4.15 terlihat bahwa hasil ramalan *out-sample* dari metode ARIMAX masih memiliki *error* yang besar, sehingga tidak mampu mengikuti pola data asli dengan baik.

Namun demikian, semua hasil ramalan *out-sample* ARIMAX tersebut cukup baik karena tidak bersifat *underestimate* atau berada di bawah nilai data asli. Diantara ketiga model ARIMAX tersebut, model terpilih yang memberikan hasil ramalan *out-sample* terbaik adalah model ARIMAX $([1,12],0,[2,6])$. Model ini dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & 119,39 S_{1,t} + 122,66 S_{2,t} + 156,33 S_{3,t} \\
 & + 209,87 S_{4,t} + 165,42 S_{5,t} + 196,78 S_{6,t} \\
 & + 262,67 S_{7,t} + 221,42 S_{8,t} + 198,23 S_{9,t} \\
 & + 175,19 S_{10,t} + 126,71 S_{11,t} + 140,07 S_{12,t} \\
 & - 418,14 d_{2,t} + 11,51 d_{2,t}t \\
 & + \frac{(1 + 0,61 B^2 - 0,30 B^6)}{(1 - 0,28 B + 0,62 B^{12})} a_t
 \end{aligned}$$

Secara implisit, model tersebut memiliki tiga bentuk yang berbeda sesuai dengan *dummy* perubahan pola yaitu model untuk tahun 2009 dan 2010 ($1 \leq t \leq 24$), model untuk tahun 2011 ($25 \leq t \leq 36$), dan model untuk tahun 2012 dan 2013 ($37 \leq t \leq 60$). Misalkan diambil contoh bulan Juli tahun 2009 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{3,t} = 262,67 S_{7,t} + N_t$$

Model tersebut hanya dipengaruhi *dummy* bulan Juli. Hal ini dikarenakan *dummy trend* dan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri tidak signifikan pada model ARIMAX *total market* sepeda motor sport sehingga diabaikan. Selain itu, pada bulan Juli tahun 2009 juga belum terjadi perubahan pola sehingga *dummy* $d_{2,t}$ dan $d_{2,t}t$ masing-masing bernilai nol. Apabila disubstitusikan dengan nilai $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} &= 262,67 (1) + N_t \\
 &= 262,67 + N_t
 \end{aligned}$$

Selanjutnya, untuk bulan Juli tahun 2011 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{3,t} = 262,67 S_{7,t} + N_t$$

Model tersebut sama dengan model bulan Juli tahun 2009, dimana hanya melibatkan satu *dummy* yaitu *dummy* bulan Juli saja. Sebenarnya pada bulan Juli tahun 2011 sudah terjadi efek perubahan pola, namun karena *dummy* $d_{1,t}$ dan $d_{1,t}t$ tidak signifikan pada model ARIMAX *total market* sepeda motor sport maka keduanya diabaikan. Apabila disubstitusikan dengan nilai $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{3,t} &= 262,67 (1) + N_t \\ &= 262,67 + N_t \end{aligned}$$

Terakhir, untuk bulan Juli tahun 2013 modelnya dapat ditulis menjadi

$$Y_{3,t} = 262,67 S_{7,t} - 418,14 d_{2,t} + 11,51 d_{2,t}t + N_t$$

Model tersebut tidak hanya mengandung *dummy* $S_{7,t}$ tetapi juga ditambah dengan *dummy* $d_{2,t}$ dan $d_{2,t}t$ yang merepresentasikan efek perubahan pola untuk tahun 2013. Apabila disubstitusikan dengan nilai $S_{7,t} = 1$ (menyatakan bulan Juli), $d_{2,t} = 1$ (menyatakan perubahan pola tahun 2013) dan $d_{2,t}t = 1$ (menyatakan *trend* perubahan pola tahun 2013) maka model tersebut dapat ditulis menjadi

$$\begin{aligned} Y_{3,t} &= 262,67 (1) - 418,14(1) + 11,51 (55) + N_t \\ &= 477,58 + N_t \end{aligned}$$

Diantara ketiga model tersebut, model yang mengandung variabel *dummy* paling banyak adalah model bulan Juli tahun 2013 sehingga digunakan sebagai contoh interpretasi. Model ini mengandung *dummy* seasonal bulanan, *dummy* perubahan pola, dan *dummy trend* perubahan pola. *Dummy* seasonal bulanan menunjukkan *total market* sepeda motor sport pada bulan yang

bersangkutan. Nilai koefisien sebesar 262,67 menunjukkan bahwa terjadi penjualan sepeda motor sport sebanyak 263 unit pada bulan Juli setiap tahunnya. *Dummy* perubahan pola menunjukkan bahwa terjadi penurunan penjualan sepeda motor sport sebesar 418 unit setelah tahun 2011, yaitu pada tahun 2012 dan 2013. *Dummy trend* perubahan pola menunjukkan bahwa terjadi kenaikan penjualan sepeda motor sport sebesar 12 unit setiap penambahan bulan setelah tahun 2011 sebesar satu satuan, dimana untuk bulan Juli tahun 2013 terjadi kenaikan penjualan sebesar 633 unit. Nilai ini lebih besar daripada nilai penurunan akibat perubahan pola setelah tahun 2011 (418 unit) sehingga mengindikasikan terjadinya peningkatan penjualan sepeda motor sport pada tahun 2014 dan 2015 mendatang.

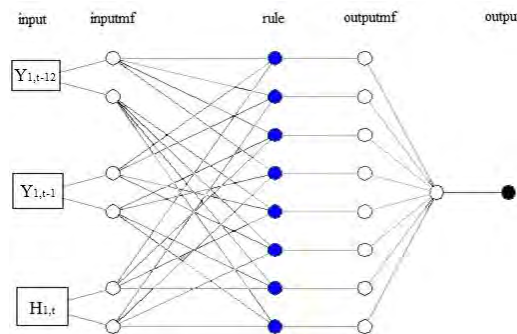
4.3 Model ANFIS

Pada tahap ini peramalan *total market* sepeda motor per jenis di Kabupaten Trenggalek akan dilakukan dengan menggunakan metode non-linier yaitu ANFIS. Peramalan dengan metode ANFIS terdiri atas dua bagian utama yaitu bagian input dan output. Melalui pasangan data yang masing-masing berperan sebagai input dan output, prosedur ANFIS akan membentuk model yang sesuai sehingga untuk selanjutnya bisa dilakukan peramalan beberapa tahap ke depan. Variabel input dipilih berdasarkan lag AR yang signifikan dan *dummy* satu bulan sebelum hari raya yang signifikan dari model ARIMAX terbaik. Sedangkan variabel output merupakan nilai target yang akan dicari. Prosedur peramalan dengan metode ANFIS diawali dengan menentukan input yang digunakan, kemudian menentukan jumlah fungsi keanggotaan dan jenis fungsi keanggotaan. Pada penelitian ini, jumlah fungsi keanggotaan yang digunakan adalah dua dan jenis fungsi keanggotaan yang digunakan adalah lima yaitu *Gauss*, *Gbell*, *Pi*, *Psig*, dan *Trapezoidal*. Peramalan dilakukan dengan mengkombinasikan

jumlah dan jenis fungsi keanggotaan tersebut hingga diperoleh model terbaik berdasarkan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE baik *in-sample* maupun *out-sample*.

4.3.1 Peramalan *Total Market Sepeda Motor Bebek* dengan ANFIS

Variabel input yang digunakan untuk sepeda motor bebek adalah $Y_{1,t-1}$, $Y_{1,t-12}$, dan $H_{1,t}$ dengan jumlah fungsi keanggotaan adalah dua. Jenis fungsi keanggotaan yang digunakan ada lima, namun untuk efisiensi maka yang akan dibahas sebagai contoh adalah fungsi *Gbell*. Hasil analisisnya dijelaskan sebagai berikut.



Gambar 4.16 Struktur ANFIS *Total Market Sepeda Motor Bebek*

Arsitektur ANFIS yang terbentuk pada Gambar 4.16 terdiri dari lima lapisan dengan tiga variabel input dan dua fungsi keanggotaan. Diperoleh delapan aturan (*rule*) dari jumlah fungsi keanggotaan dipangkatkan dengan jumlah variabel input (2^3). Parameter yang dihasilkan dapat dibagi menjadi dua yaitu non-linier dan linier. Parameter non-linier merupakan parameter premis yang digunakan pada lapisan satu sedangkan parameter linier merupakan parameter konsekuen yang digunakan pada lapisan

empat. Struktur ANFIS pada Gambar 4.16 tersebut memiliki enam parameter non-linier dan delapan parameter linier.

Tahapan ANFIS pada lapisan 1 (*Fuzzyfikasi*) merupakan suatu proses mengubah bilangan *crisp* menjadi himpunan bilangan *fuzzy* sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan. Dalam hal ini, bilangan *crisp* dari setiap input ditransformasi menggunakan parameter non-linier hingga menjadi himpunan bilangan *fuzzy* yang sudah memiliki derajat keanggotaan. Keenam nilai parameter non-linier disajikan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Nilai Parameter Non-Linier *Gbell*

Input	ai	bi	ci
Input1 mf1 (A1)	499,5	0,9009	49,01
Input1 mf2 (A2)	499,5	0,5729	1048
Input2 mf1 (B1)	343	0,6775	49,03
Input2 mf2 (B2)	343	0,5381	735
Input3 mf1 (C1)	0,4998	2	-0,00011
Input3 mf2 (C2)	0,4317	2,012	1,031

Nilai parameter non-linier tersebut diperoleh dari hasil pembelajaran alur mundur dan digunakan untuk menghitung derajat keanggotaan pada lapisan satu sesuai dengan jenis fungsi keanggotaan *Gbell*. Tiap-tiap input menghasilkan dua kelompok sehingga total ada enam kelompok yang terbentuk. Fungsi keanggotaan yang dimiliki oleh masing-masing input berdasarkan parameter non-linier tersebut secara matematis dapat dinyatakan sebagai berikut

$$\mu_{A1}(Y_{1,t-12}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{Y_{1,t-12} - 49,01}{499,5} \right|^{2(0,9009)}} \quad \mu_{A2}(Y_{1,t-12}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{Y_{1,t-12} - 1048}{499,5} \right|^{2(0,5729)}}$$

$$\mu_{B1}(Y_{1,t-1}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{Y_{1,t-1} - 49,03}{343} \right|^{2(0,6775)}} \quad \mu_{B2}(Y_{1,t-1}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{Y_{1,t-1} - 735}{343} \right|^{2(0,5381)}}$$

$$\mu_{C1}(H_{1,t}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{H_{1,t} + 0,00011}{0,4998} \right|^{2(2)}} \quad \mu_{C2}(H_{1,t}) = \frac{1}{1 + \left| \frac{H_{1,t} - 1,031}{0,4317} \right|^{2(2,012)}}$$

Perhitungan yang terjadi pada lapisan satu selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Proses Perhitungan Pada Lapisan Satu ANFIS

$\mu_{A1}(Y_{1,t-12})$	$\mu_{A2}(Y_{1,t-12})$	$\mu_{B1}(Y_{1,t-1})$	$\mu_{B2}(Y_{1,t-1})$	$\mu_{C1}(H_{1,t})$	$\mu_{C2}(H_{1,t})$
0,325208	0,688488	0,30225	0,888196	1	0,029224
0,418904	0,563292	0,301354	0,892485	1	0,029224
0,386184	0,598148	0,386771	0,636269	1	0,029224
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
0,85928	0,363	0,664739	0,4111	1	0,029224
0,888351	0,355043	0,777953	0,375623	1	0,029224
0,827776	0,371622	0,807641	0,367971	1	0,029224

Selanjutnya pada lapisan dua terjadi proses operasi logika *fuzzy*, dimana semua input yang berasal dari lapisan satu dikalikan dengan operator yang digunakan yaitu operator AND. Hasil operasi logika *fuzzy* pada lapisan dua ditampilkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Tahapan Lapis Kedua Pada ANFIS

Logika AND
If ($Y_{1,t-12}$ is A_1) and ($Y_{1,t-1}$ is B_1) and ($H_{1,t}$ is C_1) then (output is w_{1t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_1) and ($Y_{1,t-1}$ is B_1) and ($H_{1,t}$ is C_2) then (output is w_{2t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_1) and ($Y_{1,t-1}$ is B_2) and ($H_{1,t}$ is C_1) then (output is w_{3t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_1) and ($Y_{1,t-1}$ is B_2) and ($H_{1,t}$ is C_2) then (output is w_{4t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_2) and ($Y_{1,t-1}$ is B_1) and ($H_{1,t}$ is C_1) then (output is w_{5t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_2) and ($Y_{1,t-1}$ is B_1) and ($H_{1,t}$ is C_2) then (output is w_{6t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_2) and ($Y_{1,t-1}$ is B_2) and ($H_{1,t}$ is C_1) then (output is w_{7t})
If ($Y_{1,t-12}$ is A_2) and ($Y_{1,t-1}$ is B_2) and ($H_{1,t}$ is C_2) then (output is w_{8t})

Berdasarkan hasil yang ditampilkan Tabel 4.28 terlihat bahwa output pada lapisan dua berupa pembobot w_{it} dengan i adalah banyaknya aturan ($i = 1, 2, \dots, 8$) dan t adalah banyaknya pengamatan ($t = 1, 2, \dots, n$). Perhitungan yang terjadi pada lapisan dua selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Proses Perhitungan Pada Lapisan Dua ANFIS

$w_{1,t}$	$w_{2,t}$	$w_{3,t}$	$w_{4,t}$	$w_{5,t}$	$w_{6,t}$	$w_{7,t}$	$w_{8,t}$
0,0983	0,0029	0,2888	0,0084	0,2081	0,0061	0,6115	0,0179
0,1262	0,0037	0,3739	0,0109	0,1697	0,0050	0,5027	0,0147
0,1494	0,0044	0,2457	0,0072	0,2313	0,0068	0,3806	0,0111
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
0,5712	0,0167	0,3533	0,0103	0,2413	0,0071	0,1492	0,0044
0,6911	0,0202	0,3337	0,0098	0,2762	0,0081	0,1334	0,0039
0,6685	0,0195	0,3046	0,0089	0,3001	0,0088	0,1367	0,0040

Selanjutnya pada lapisan tiga terjadi proses pengaktifan derajat ternormalisasi. Output pada lapisan tiga berupa w_{1t}^* diperoleh dari hasil w_{it} dibagi dengan jumlah total w_{it} . Perhitungan yang terjadi pada lapisan tiga selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Proses Perhitungan Pada Lapisan Tiga ANFIS

w_{1t}^*	w_{2t}^*	w_{3t}^*	w_{4t}^*	w_{5t}^*	w_{6t}^*	w_{7t}^*	w_{8t}^*
0,0791	0,0023	0,2326	0,0068	0,1675	0,0049	0,4924	0,0144
0,1046	0,0031	0,3098	0,0091	0,1407	0,0041	0,4166	0,0122
0,1441	0,0042	0,2371	0,0069	0,2232	0,0065	0,3672	0,0107
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
0,4220	0,0123	0,2610	0,0076	0,1783	0,0052	0,1103	0,0032
0,4681	0,0137	0,2260	0,0066	0,1871	0,0055	0,0903	0,0026
0,4607	0,0135	0,2099	0,0061	0,2068	0,0060	0,0942	0,0028

Pada lapisan empat terjadi proses *defuzzyfikasi* yaitu proses pengembalian himpunan bilangan *fuzzy* menjadi bilangan *crisp* dengan menggunakan parameter linier. Nilai parameter linier diperoleh dari hasil pembelajaran alur maju seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Nilai Parameter Linier *Gbell*

Aturan	a	b	c	d
Aturan 1	-11,65	19,53	0,0007642	1247
Aturan 2	-4,438	7,745	0,01302	36,36
Aturan 3	19,01	-3,569	0,0008837	-5320
Aturan 4	2,732	5,198	0,01505	-155,1
Aturan 5	7,8	-52,6	-0,000055	-4109
Aturan 6	-0,4384	2,936	-0,0009371	-119,8
Aturan 7	2,733	-26,19	0,0002412	24160
Aturan 8	-0,8998	-0,6027	0,004109	704,2

Proses *defuzzyfikasi* pada lapisan empat adalah sebagai berikut

$$O_{4,1t} = w_{1t}^* Y_{1,t}^{(1)} = w_{1t}^* (-11,65Y_{1,t-12} + 19,53Y_{1,t-1} + 0,0007642H_{1,t} + 1247)$$

$$O_{4,2t} = w_{2t}^* Y_{1,t}^{(2)} = w_{2t}^* (-4,438Y_{1,t-12} + 7,745Y_{1,t-1} + 0,01302H_{1,t} + 36,36)$$

$$O_{4,3t} = w_{3t}^* Y_{1,t}^{(3)} = w_{3t}^* (19,01Y_{1,t-12} - 3,569Y_{1,t-1} + 0,0008837H_{1,t} - 5320)$$

$$O_{4,4t} = w_{4t}^* Y_{1,t}^{(4)} = w_{4t}^* (2,732Y_{1,t-12} + 5,198Y_{1,t-1} + 0,01505H_{1,t} - 155,1)$$

$$O_{4,5t} = w_{5t}^* Y_{1,t}^{(5)} = w_{5t}^* (7,8Y_{1,t-12} - 52,6Y_{1,t-1} - 0,000055H_{1,t} - 4109)$$

$$O_{4,6t} = w_{6t}^* Y_{1,t}^{(6)} = w_{6t}^* (-0,4384Y_{1,t-12} + 2,936Y_{1,t-1} - 0,0009371H_{1,t} - 119,8)$$

$$O_{4,7t} = w_{7t}^* Y_{1,t}^{(7)} = w_{7t}^* (2,733Y_{1,t-12} - 26,19Y_{1,t-1} + 0,0002412H_{1,t} + 24160)$$

$$O_{4,8t} = w_{8t}^* Y_{1,t}^{(8)} = w_{8t}^* (-0,8998Y_{1,t-12} - 0,6027Y_{1,t-1} + 0,004109H_{1,t} + 704,2)$$

Output yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Proses Perhitungan Pada Lapisan Empat ANFIS

$O_{4,1t}$	$O_{4,2t}$	$O_{4,3t}$	$O_{4,4t}$	$O_{4,5t}$	$O_{4,6t}$	$O_{4,7t}$	$O_{4,8t}$
421,69	4,16	1722,18	37,96	-5682,45	7,55	4136,17	421,69
744,23	7,59	1408,47	46,95	-4949,77	6,63	3306,87	744,23
507,38	4,48	1421,71	31,20	-5941,60	7,40	4462,44	507,38
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1495,67	12,20	-475,91	13,80	-2810,76	2,76	1994,58	1495,67
1146,23	7,53	-462,28	9,06	-2287,35	1,82	1795,96	1146,23
701,30	2,59	-213,04	8,73	-2261,19	1,57	1928,39	701,30

Terakhir, lapisan lima dalam proses ANFIS merupakan proses penjumlahan seluruh output yang berasal dari lapisan empat. Output yang dihasilkan pada lapisan lima berupa suatu target *total market* sepeda motor bebek. Proses perhitungan pada lapisan lima adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 O_{5t} = \hat{Y}_{1,t} &= \sum_{i=1}^8 w_{1t}^* Y_{1,t}^{(i)} \\
 &= w_{1t}^* Y_{1,t}^{(1)} + w_{2t}^* Y_{1,t}^{(2)} + w_{3t}^* Y_{1,t}^{(3)} + w_{4t}^* Y_{1,t}^{(4)} + w_{5t}^* Y_{1,t}^{(5)} \\
 &\quad + w_{6t}^* Y_{1,t}^{(6)} + w_{7t}^* Y_{1,t}^{(7)} + w_{8t}^* Y_{1,t}^{(8)} \\
 &= w_{1t}^* (-11,65Y_{1,t-12} + 19,53Y_{1,t-1} + 0,0007642H_{1,t} + 1247) \\
 &\quad + w_{2t}^* (-4,438Y_{1,t-12} + 7,745Y_{1,t-1} + 0,01302H_{1,t} + 36,36) \\
 &\quad + w_{3t}^* (19,01Y_{1,t-12} - 3,569Y_{1,t-1} + 0,0008837H_{1,t} - 5320) \\
 &\quad + w_{4t}^* (2,732Y_{1,t-12} + 5,198Y_{1,t-1} + 0,01505H_{1,t} - 155,1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& +w_{5t}^*(7,8Y_{1,t-12} - 52,6Y_{1,t-1} - 0,000055H_{1,t} - 4109) \\
& +w_{6t}^*(-0,4384Y_{1,t-12} + 2,936Y_{1,t-1} - 0,0009371H_{1,t} - 119,8) \\
& +w_{7t}^*(2,733Y_{1,t-12} - 26,19Y_{1,t-1} + 0,0002412H_{1,t} + 24160) \\
& +w_{8t}^*(-0,8998Y_{1,t-12} - 0,6027Y_{1,t-1} + 0,004109H_{1,t} + 704,2)
\end{aligned}$$

Output yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Proses Perhitungan Pada Lapisan Lima ANFIS

O_{5t}
641,13
567,39
490,42
:
233,45
212,05
169,37

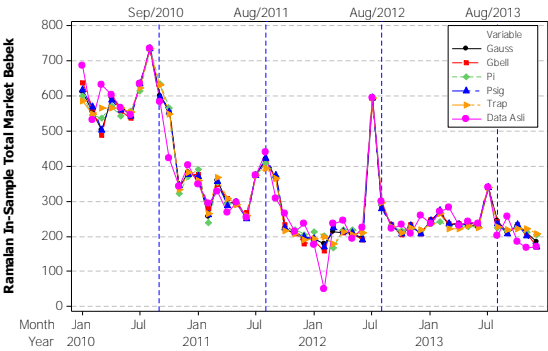
Selain menggunakan jenis fungsi keanggotaan *Gbell*, penelitian ini juga menggunakan beberapa jenis fungsi keanggotaan yang lain yaitu *Gauss*, *Pi*, *Psig*, dan *Trapezoidal*. Dengan menggunakan cara yang sama, diperoleh output dari keempat jenis fungsi keanggotaan tersebut. Kemudian dilakukan perbandingan kebaikan ramalan dari tiap-tiap jenis fungsi keanggotaan berdasarkan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE *in-sample* maupun *out-sample*. Perbandingan kebaikan ramalannya ditampilkan pada Tabel 4.34.

Berdasarkan perbandingan kebaikan ramalan pada Tabel 4.34 terlihat bahwa hasil ramalan *in-sample* dan *out-sample* ANFIS memiliki *error* yang tidak berbeda jauh. Kelima fungsi keanggotaan ANFIS menghasilkan *error in-sample* yang tergolong kecil. Artinya, model ANFIS mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan

ramalan *in-sample* dari model ANFIS secara visual disajikan pada Gambar 4.17.

Tabel 4.34 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample* Model ANFIS Total Market Sepeda Motor Bebek

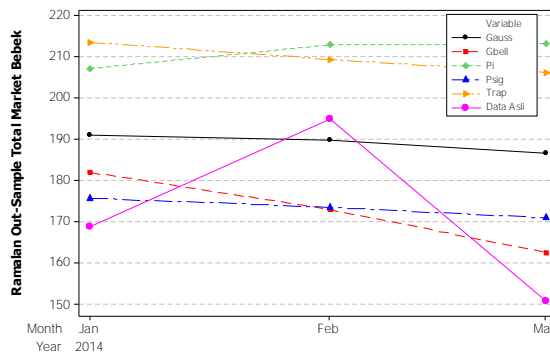
Tahapan		Fungsi Keanggotaan				
		<i>Gauss</i>	<i>Gbell</i>	Pi	<i>Psig</i>	Trap
MAPE	in	14,03	13,12	16,29	13,38	15,47
	out	13,08	8,90	24,32	9,42	23,44
SMAPE	in	10,85	10,6	12,27	10,48	11,56
	out	11,99	8,93	21,08	9,33	20,45
MdRAE	in	0,36	0,46	0,62	0,46	0,41
	out	3,08	1,83	5,36	0,96	6,26



Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Ramalan *In-Sample* dari Model ANFIS Total Market Sepeda Motor Bebek

Perbandingan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.34 menunjukkan bahwa kelima fungsi keanggotaan ANFIS memberikan hasil ramalan dengan tingkat akurasi yang berbeda-beda. Ramalan *out-sample* terbaik dari kriteria MAPE dan SMAPE

mampu diberikan oleh fungsi keanggotaan *Gbell*. Fungsi ini memiliki nilai MAPE dan SMAPE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan lainnya. Jadi, secara keseluruhan ramalan *out-sample* mampu dimodelkan dengan baik oleh ANFIS menggunakan fungsi keanggotaan *Gbell*. Guna memperjelas hasil ramalan *out-sample* yang dihasilkan oleh masing-masing fungsi keanggotaan ANFIS, berikut disajikan *time series* plot antara data asli dengan data ramalan pada Gambar 4.18.



Gambar 4.18 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-Sample* dari Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Bebek*

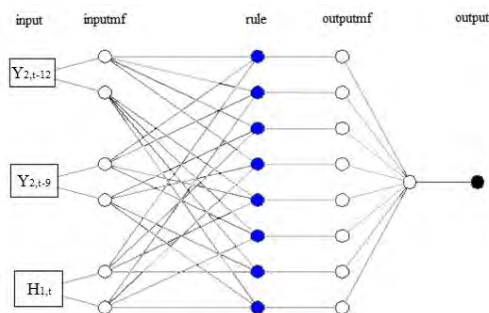
Berdasarkan Gambar 4.18 terlihat bahwa tidak ada satupun fungsi keanggotaan ANFIS yang memiliki ramalan *out-sample* mendekati pola data asli. Hal ini tergolong wajar mengingat data *out-sample* yang digunakan yakni data tahun 2014 memiliki pola yang berbeda dibandingkan data pada tahun-tahun sebelumnya yang dipakai sebagai data *in-sample*. Metode ANFIS hanya memberikan pelatihan berdasarkan pola data *in-sample*, sehingga apabila sistem dihadapkan pada pola yang jauh berbeda maka secara otomatis ramalan yang dihasilkan pun akan jauh dari data asli. Namun demikian, diantara kelima fungsi keanggotaan yang digunakan, fungsi *Gbell* merupakan yang terbaik karena

mampu menghasilkan nilai MAPE dan SMAPE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan yang lainnya. Jadi, model ANFIS yang akan digunakan untuk melakukan peramalan terhadap *total market* sepeda motor bebek adalah model ANFIS dengan fungsi keanggotaan *Gbell*. Secara matematis, modelnya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} = & w_{1t}^* (-11,65Y_{1,t-12} + 19,53Y_{1,t-1} + 0,0007642H_{1,t} + 1247) \\
 & + w_{2t}^* (-4,438Y_{1,t-12} + 7,745Y_{1,t-1} + 0,01302H_{1,t} + 36,36) \\
 & + w_{3t}^* (19,01Y_{1,t-12} - 3,569Y_{1,t-1} + 0,0008837H_{1,t} - 5320) \\
 & + w_{4t}^* (2,732Y_{1,t-12} + 5,198Y_{1,t-1} + 0,01505H_{1,t} - 155,1) \\
 & + w_{5t}^* (7,8Y_{1,t-12} - 52,6Y_{1,t-1} - 0,000055H_{1,t} - 4109) \\
 & + w_{6t}^* (-0,4384Y_{1,t-12} + 2,936Y_{1,t-1} - 0,0009371H_{1,t} - 119,8) \\
 & + w_{7t}^* (2,733Y_{1,t-12} - 26,19Y_{1,t-1} + 0,0002412H_{1,t} + 24160) \\
 & + w_{8t}^* (-0,8998Y_{1,t-12} - 0,6027Y_{1,t-1} + 0,004109H_{1,t} + 704,2)
 \end{aligned}$$

4.3.2 Peramalan *Total Market* Sepeda Motor Matic dengan ANFIS

Variabel input yang digunakan untuk sepeda motor matic adalah $Y_{2,t-12}$, $Y_{2,t-9}$, dan $H_{1,t}$ dengan jumlah fungsi keanggotaan adalah dua. Jenis fungsi keanggotaan yang digunakan ada lima, yaitu *Gauss*, *Gbell*, *Pi*, *Psig*, dan *Trapezoidal*. Prosedur ANFIS per lapis demi lapis sama seperti yang dicontohkan sebelumnya, sehingga pada bagian ini hanya ditampilkan penjelasan secara ringkas. Berikut adalah hasil analisisnya



Gambar 4.19 Struktur ANFIS *Total Market Sepeda Motor Matic*

Arsitektur ANFIS yang terbentuk pada Gambar 4.19 terdiri dari lima lapisan dengan tiga variabel input dan dua fungsi keanggotaan. Diperoleh delapan aturan (*rule*) dari jumlah fungsi keanggotaan dipangkatkan dengan jumlah variabel input (2^3). Parameter yang dihasilkan dapat dibagi menjadi dua yaitu non-linier dan linier. Parameter non-linier merupakan parameter premis yang digunakan pada lapisan satu sedangkan parameter linier merupakan parameter konsekuen yang digunakan pada lapisan empat. Jumlah parameter yang digunakan oleh masing-masing fungsi keanggotaan ditampilkan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Jumlah Parameter Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Matic*

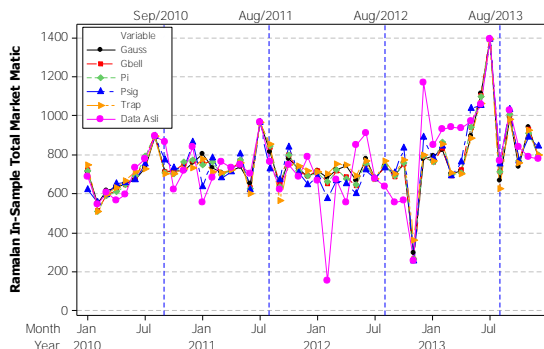
Fungsi Keanggotaan	Aturan	Parameter		
		Non Linier	Linier	Total
<i>Gauss</i>	8	12	32	44
<i>Gbell</i>	8	18	32	50
Pi	8	24	32	56
<i>Psig</i>	8	24	32	56
Trap	8	24	32	56

Setelah melewati kelima lapisan pada prosedur ANFIS, maka diperoleh beberapa model yang akan digunakan untuk melakukan peramalan. Model ANFIS terbaik dipilih dengan membandingkan hasil ramalan *in-sample* dan *out-sample* menggunakan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE. Perbandingan kebaikan model ditampilkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample* Model ANFIS Total Market Sepeda Motor Matic

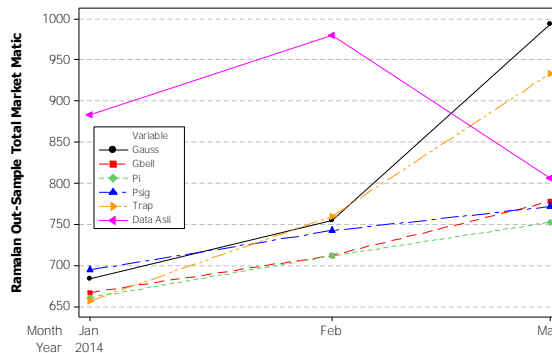
Tahapan		Fungsi Keanggotaan				
		<i>Gauss</i>	<i>Gbell</i>	Pi	<i>Psig</i>	Trap
MAPE	in	18,14	17,12	17,13	15,72	19,53
	out	22,91	18,38	19,67	16,57	21,24
SMAPE	in	13,53	12,99	12,92	12,40	14,57
	out	24,06	20,97	22,39	18,56	23,04
MdRAE	in	0,70	0,81	0,82	0,54	0,74
	out	1,57	1,59	1,59	1,41	1,31

Berdasarkan perbandingan kebaikan ramalan pada Tabel 4.36 terlihat bahwa hasil ramalan *in-sample* ANFIS memiliki *error* yang lebih kecil daripada hasil ramalan *out-sample*. Kelima fungsi keanggotaan ANFIS menghasilkan *error in-sample* yang tergolong kecil. Artinya, model ANFIS mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan hasil ramalan *in-sample* secara visual dapat dilihat pada Gambar 4.20.



Gambar 4.20 Perbandingan Hasil Ramalan *In-sample* dari Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Matic*

Perbandingan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.36 menunjukkan bahwa kelima fungsi keanggotaan ANFIS memberikan hasil ramalan dengan tingkat akurasi yang berbeda-beda. Ramalan *out-sample* terbaik dari kriteria MAPE dan SMAPE mampu diberikan oleh fungsi keanggotaan *Psig*. Fungsi ini memiliki nilai MAPE dan SMAPE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan lainnya. Jadi, secara keseluruhan ramalan *out-sample* mampu dimodelkan dengan baik oleh ANFIS menggunakan fungsi keanggotaan *Psig*. Guna memperjelas hasil ramalan *out-sample* yang dihasilkan oleh masing-masing fungsi keanggotaan ANFIS, perbandingan ramalan *out-sample* dari model-model ANFIS ditampilkan pada Gambar 4.21.



Gambar 4.21 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-sample* dari Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Matic*

Berdasarkan Gambar 4.21 terlihat bahwa tidak ada satupun fungsi keanggotaan ANFIS yang memiliki ramalan *out-sample* mendekati pola data asli. Hampir semua fungsi menghasilkan ramalan *out-sample* yang *underestimate* atau berada di bawah nilai data asli. Hal ini tergolong wajar mengingat data *out-sample* yang digunakan yakni data tahun 2014 memiliki pola yang berbeda dibandingkan data pada tahun-tahun sebelumnya yang dipakai sebagai data *in-sample*. Metode ANFIS hanya memberikan pelatihan berdasarkan pola data *in-sample*, sehingga apabila sistem dihadapkan pada pola yang jauh berbeda maka secara otomatis ramalan yang dihasilkan pun akan jauh dari data asli.

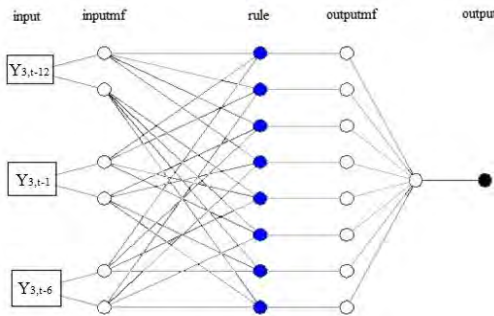
Namun demikian, diantara kelima fungsi keanggotaan yang digunakan, fungsi *Psig* merupakan yang terbaik karena mampu menghasilkan nilai MAPE, SMAPE dan MdRAE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan yang lainnya. Jadi, model ANFIS yang akan digunakan untuk melakukan peramalan terhadap *total market* sepeda motor matic adalah model ANFIS

dengan fungsi keanggotaan *Psig*. Secara matematis, modelnya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Y_{2,t} = & w_{1t}^* (1,095Y_{2,t-12} - 1,095Y_{2,t-9} - 0,00000273H_{1,t} + 1408) \\
 & + w_{2t}^* (11,43Y_{2,t-12} - 11,69Y_{2,t-9} - 0,06003H_{1,t} + 0,003885) \\
 & + w_{3t}^* (-0,5341Y_{2,t-12} + 1,074Y_{2,t-9} - 0,0000028H_{1,t} - 275,2) \\
 & + w_{4t}^* (10,87Y_{2,t-12} - 12,15Y_{2,t-9} - 0,06085H_{1,t} - 0,04836) \\
 & + w_{5t}^* (3,426Y_{2,t-12} + 1,584Y_{2,t-9} + 0,00001176H_{1,t} - 2502) \\
 & + w_{6t}^* (-20,63Y_{2,t-12} + 26,95Y_{2,t-9} + 0,259H_{1,t} + 0,1454) \\
 & + w_{7t}^* (0,4559Y_{2,t-12} + 0,2946Y_{2,t-9} + 0,0000131H_{1,t} + 30,73) \\
 & + w_{8t}^* (-21,94Y_{2,t-12} + 29,34Y_{2,t-9} + 0,2881H_{1,t} + 0,2895)
 \end{aligned}$$

4.3.3 Peramalan *Total Market Sepeda Motor Sport* dengan ANFIS

Variabel input yang digunakan untuk sepeda motor sport adalah $Y_{3,t-12}$, $Y_{3,t-1}$, dan $Y_{3,t-6}$ dengan jumlah fungsi keanggotaan adalah dua. Jenis fungsi keanggotaan yang digunakan ada lima, yaitu *Gauss*, *Gbell*, *Pi*, *Psig*, dan *Trapezoidal*. Prosedur ANFIS per lapis demi lapis sama seperti yang dicontohkan sebelumnya, sehingga pada bagian ini hanya ditampilkan penjelasan secara ringkas. Berikut adalah hasil analisisnya



Gambar 4.22 Struktur ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*

Arsitektur ANFIS yang terbentuk pada Gambar 4.22 terdiri dari lima lapisan dengan tiga variabel input dan dua fungsi keanggotaan. Diperoleh delapan aturan (*rule*) dari jumlah fungsi keanggotaan dipangkatkan dengan jumlah variabel input (2^3). Parameter yang dihasilkan dapat dibagi menjadi dua yaitu non-linier dan linier. Parameter non-linier merupakan parameter premis yang digunakan pada lapisan satu sedangkan parameter linier merupakan parameter konsekuen yang digunakan pada lapisan empat. Jumlah parameter yang digunakan oleh masing-masing fungsi keanggotaan ditampilkan pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Jumlah Parameter Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*

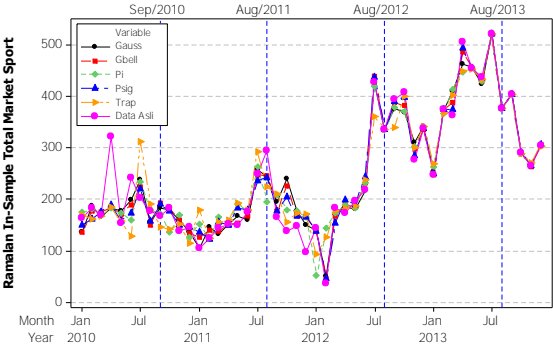
Fungsi Keanggotaan	Aturan	Parameter		
		Non Linier	Linier	Total
<i>Gauss</i>	8	12	32	44
<i>Gbell</i>	8	18	32	50
Pi	8	24	32	56
<i>Psig</i>	8	24	32	56
Trap	8	24	32	56

Setelah melewati kelima lapisan pada prosedur ANFIS, maka diperoleh beberapa model yang akan digunakan untuk melakukan peramalan. Model ANFIS terbaik dipilih dengan membandingkan hasil ramalan *in-sample* dan *out-sample* menggunakan kriteria MAPE, SMAPE dan MdRAE. Perbandingan kebaikan model ditampilkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 Perbandingan Kebaikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample* Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*

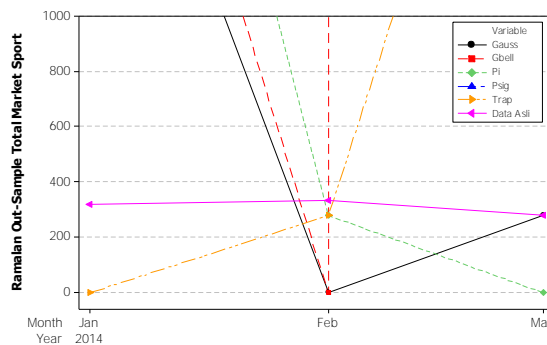
Tahapan		Fungsi Keanggotaan				
		<i>Gauss</i>	<i>Gbell</i>	Pi	<i>Psig</i>	Trap
MAPE	in	10,58	9,90	18,74	9,56	18,85
	out	13980,00	129440,00	1453,30	11900,00	385,85
SMAPE	in	10,03	9,37	15,47	9,11	15,67
	out	117,29	187,58	132,65	179,44	272,76
MdRAE	in	0,25	0,18	0,23	0,16	0,41
	out	72,18	825,58	120,79	283,46	34,31

Berdasarkan perbandingan kebaikan ramalan pada Tabel 4.38 terlihat bahwa hasil ramalan *in-sample* ANFIS memiliki *error* yang jauh lebih kecil daripada hasil ramalan *out-sample*. Kelima fungsi keanggotaan ANFIS menghasilkan *error in-sample* yang tergolong kecil. Artinya, model ANFIS mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik. Perbandingan ramalan *in-sample* secara visual ditampilkan pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Perbandingan Hasil Ramalan In-Sample dari Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*

Perbandingan ramalan dari segi *out-sample* pada Tabel 4.38 menunjukkan bahwa kelima fungsi keanggotaan ANFIS memberikan hasil ramalan dengan tingkat akurasi yang berbeda-beda. Ramalan *out-sample* terbaik dari kriteria MAPE dan MdRAE mampu diberikan oleh fungsi keanggotaan *Trapezoidal*. Fungsi ini memiliki nilai MAPE dan MdRAE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan lainnya. Jadi, secara keseluruhan ramalan *out-sample* mampu dimodelkan dengan baik oleh ANFIS menggunakan fungsi keanggotaan *Trapezoidal*. Guna memperjelas hasil ramalan *out-sample* yang dihasilkan oleh masing-masing fungsi keanggotaan ANFIS, berikut ditampilkan perbandingan hasil ramalan *out-sample* pada Gambar 4.24



Gambar 4.24 Perbandingan Hasil Ramalan *Out-sample* dari Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*

Berdasarkan Gambar 4.24 terlihat bahwa tidak ada satupun fungsi keanggotaan ANFIS yang memiliki ramalan *out-sample* mendekati pola data asli. Bahkan beberapa fungsi terlihat memiliki hasil ramalan *out-sample* yang sangat bias dengan *error* yang besar. Hal ini tergolong wajar mengingat data *out-sample* yang digunakan yakni data tahun 2014 memiliki pola yang berbeda dibandingkan data pada tahun-tahun sebelumnya yang dipakai sebagai data *in-sample*. Metode ANFIS hanya memberikan

pelatihan berdasarkan pola data *in-sample*, sehingga apabila sistem dihadapkan pada pola yang jauh berbeda maka secara otomatis ramalan yang dihasilkan pun akan jauh dari data asli. Namun demikian, diantara kelima fungsi keanggotaan yang digunakan, fungsi *Trapezoidal* merupakan yang terbaik karena mampu menghasilkan nilai MAPE dan MdRAE yang terkecil diantara fungsi keanggotaan yang lainnya. Jadi, model ANFIS yang akan digunakan untuk melakukan peramalan terhadap *total market* sepeda motor sport adalah model ANFIS dengan fungsi keanggotaan *Trapezoidal*. Secara matematis, modelnya dapat dituliskan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 Y_{3,t} = & w_{1t}^* (1,078Y_{3,t-12} - 0,04194Y_{3,t-1} - 0,3733Y_{3,t-6} + 87,33) \\
 & + w_{2t}^* (-0,7076Y_{3,t-12} + 2,708Y_{3,t-1} - 1,277Y_{3,t-6} + 213,5) \\
 & + w_{3t}^* (-9,513Y_{3,t-12} + 4,186Y_{3,t-1} - 2,083Y_{3,t-6} + 427,8) \\
 & + w_{4t}^* (17,21Y_{3,t-12} - 17,32Y_{3,t-1} - 4,794Y_{3,t-6} - 5653) \\
 & + w_{5t}^* (1,99Y_{3,t-12} - 1,874Y_{3,t-1} - 9,542Y_{3,t-6} - 1291) \\
 & + w_{6t}^* (27,78Y_{3,t-12} + 90,69Y_{3,t-1} - 86,17Y_{3,t-6} + 4390) \\
 & + w_{7t}^* (-20,09Y_{3,t-12} - 1,505Y_{3,t-1} + 13,34Y_{3,t-6} + 6542) \\
 & + w_{8t}^* (-0,1288Y_{3,t-12} + 0,02719Y_{3,t-1} - 0,5747Y_{3,t-6} \\
 & + 623,1)
 \end{aligned}$$

4.4 Perbandingan Ramalan Metode ARIMAX dan ANFIS

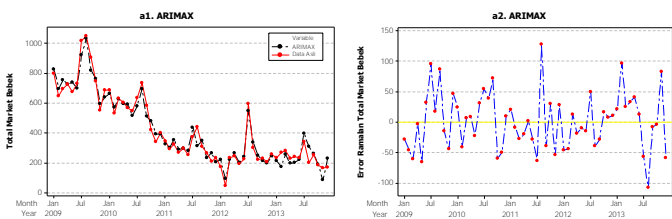
Peramalan menggunakan metode ARIMAX dan ANFIS pada pembahasan sebelumnya telah menghasilkan ramalan terbaik dengan model yang berbeda-beda. Pada pembahasan ini akan dilakukan perbandingan kebaikan hasil ramalan antara kedua metode tersebut untuk mengetahui metode yang sesuai diterapkan pada kasus *total market* sepeda motor bebek, matic, maupun sport. Kriteria kebaikan model yang digunakan ada tiga yaitu MAPE, SMAPE dan MdRAE. Perbandingan kedua metode tersebut dari segi *in-sample* dan *out-sample* disajikan pada Tabel 4.39.

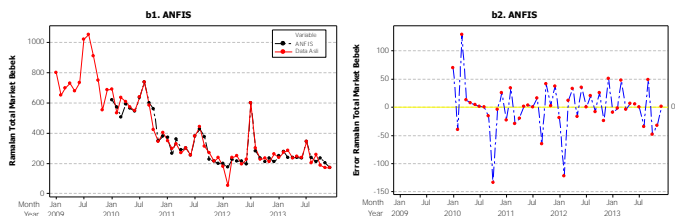
Tabel 4.39 Perbandingan Keباikan Ramalan *In-Sample* dan *Out-Sample* Metode ARIMAX dan ANFIS

Total Market	Metode	MAPE		SMAPE		MdRAE	
		In	Out	In	Out	In	Out
Bebek	ARIMAX	12,25	40,19	11,86	64,35	0,49	4,21
	ANFIS	13,38	8,90	10,48	8,93	0,36	0,96
Matic	ARIMAX	12,35	34,04	12,48	27,74	0,40	3,21
	ANFIS	15,72	16,57	12,40	18,56	0,54	1,31
Sport	ARIMAX	16,83	17,19	14,64	14,22	0,50	0,27
	ANFIS	9,56	385,85	9,11	272,76	0,16	34,31

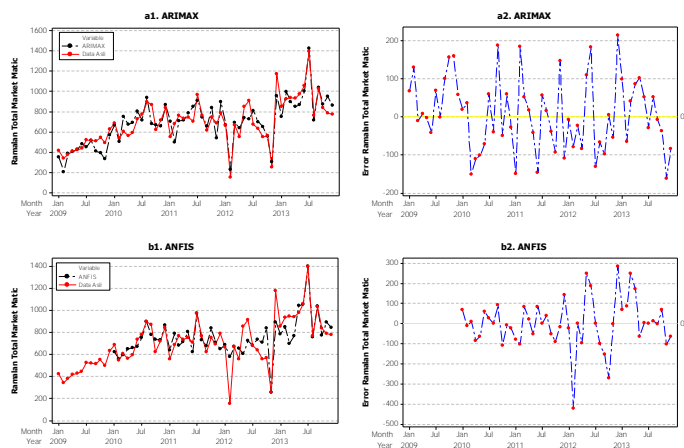
Berdasarkan Tabel 4.39 dapat diketahui bahwa metode ARIMAX dan ANFIS secara umum menghasilkan *error* ramalan *in-sample* yang lebih kecil daripada *error* ramalan *out-sample*. Hal ini menunjukkan kedua metode tersebut sudah mampu mengikuti pola data asli yang digunakan sebagai data *in-sample* dengan baik.

Untuk lebih jelasnya, perbandingan ramalan dan *error in-sample* antara kedua metode tersebut ditampilkan pada Gambar 4.25, Gambar 4.26 dan Gambar 4.27.

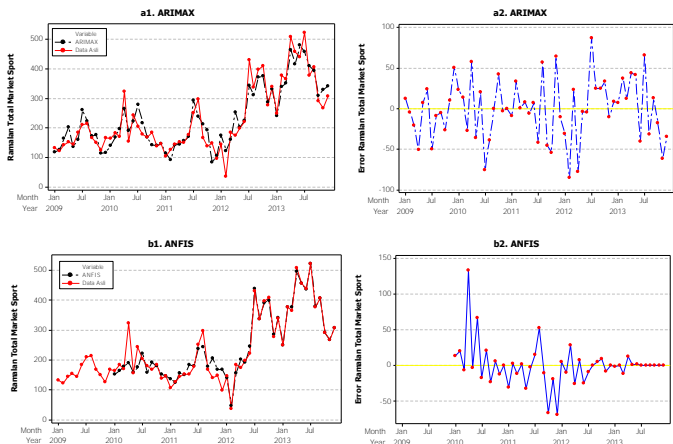




Gambar 4.25 Perbandingan *In-Sample Total market Sepeda Motor Bebek* (a1) Ramalan ARIMAX (a2) Error ARIMAX (b1) Ramalan ANFIS (b2) Error ANFIS



Gambar 4.26 Perbandingan *In-Sample Total market Sepeda Motor Matic* (a1) Ramalan ARIMAX (a2) Error ARIMAX (b1) Ramalan ANFIS (b2) Error ANFIS

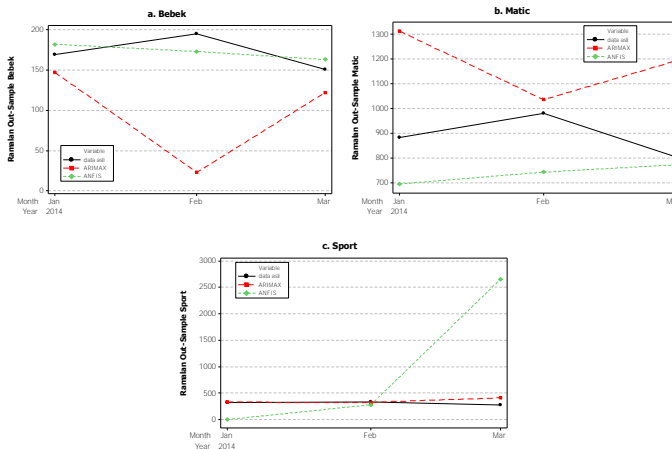


Gambar 4.27 Perbandingan *In-sample Total market Sepeda Motor Sport* (a1) Ramalan ARIMAX (a2) Error ARIMAX (b1) Ramalan ANFIS (b2) Error ANFIS

Dari segi *out-sample*, perbandingan pada Tabel 4.39 menunjukkan bahwa metode ARIMAX dan ANFIS memiliki keunggulan masing-masing. Untuk kategori *total market* sepeda motor bebek, metode ANFIS lebih unggul karena memiliki nilai MAPE, SMAPE dan MdRAE yang jauh lebih kecil daripada metode ARIMAX yaitu sebesar 8,90, 8,93 dan 0,96. Untuk kategori *total market* sepeda motor matic, metode ANFIS juga lebih unggul daripada metode ARIMAX. Metode ANFIS memiliki nilai MAPE, SMAPE dan MdRAE yang lebih kecil yaitu masing-masing sebesar 16,57, 18,56 dan 1,31. Terakhir, untuk kategori *total market* sepeda motor sport terlihat metode ARIMAX lebih unggul daripada metode ANFIS. Metode ARIMAX memiliki nilai MAPE, SMAPE dan MdRAE yang jauh lebih kecil daripada metode ANFIS yaitu sebesar 17,19, 14,22 dan 0,27.

Perbandingan hasil ramalan *out-sample* secara keseluruhan menunjukkan bahwa metode ANFIS cenderung

mampu memodelkan data *out-sample* dengan lebih baik. Diantara tiga kategori, metode ANFIS unggul dalam dua kategori yaitu *total market* sepeda motor bebek dan matic. Sedangkan metode ARIMAX hanya unggul dalam kategori *total market* sepeda motor sport. Khusus pada kategori ini, metode ANFIS memiliki *error* yang sangat besar dikarenakan pola data *out-sample* yang digunakan sangat berbeda dengan pola data yang digunakan sebagai pelatihan bagi ANFIS. Oleh karena itu, metode ANFIS tidak mampu memodelkan data *out-sample total market* sepeda motor sport dengan baik. Perbandingan ramalan *out-sample* metode ARIMAX dan ANFIS secara visual disajikan pada gambar berikut



Gambar 4.28 Perbandingan Ramalan *Out-Sample Total Market* Sepeda Motor (a) Bebek (b) Matic (c) Sport

4.5 Peramalan Tahunan *Total Market* Sepeda Motor

Peramalan *total market* sepeda motor dilakukan dengan dua pendekatan yaitu peramalan bulanan dan peramalan tahunan. Peramalan bulanan memiliki jumlah data yang lebih banyak namun pola yang diperlihatkan lebih sulit untuk dimodelkan

karena mencakup perilaku data dalam jangka pendek saja. Selain itu, data *total market* bulanan yang tersedia terbatas hanya tahun 2009-2013 saja. Sedangkan peramalan tahunan memiliki jumlah data yang lebih sedikit namun pola datanya akan terlihat lebih jelas karena mencakup perilaku data dalam jangka panjang, dimana data yang tersedia mulai tahun 2003-2013. Dengan rentang waktu yang cukup panjang, peramalan tahunan akan mampu memodelkan perilaku data *in-sample* dengan lebih baik serta menghasilkan ramalan *out-sample* yang tidak *underestimate*.

Variabel yang diduga mempengaruhi *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek adalah jumlah penduduk usia produktif ($X_{1,t}$), laju pertumbuhan ekonomi ($X_{2,t}$), PDRB per kapita ($X_{3,t}$), dan IPM ($X_{4,t}$). Variabel-variabel tersebut akan dimodelkan dengan regresi linier untuk mengetahui variabel yang berpengaruh signifikan terhadap *total market* sepeda motor. Hasil estimasi dan uji signifikansi parameter regresi linier disajikan pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Regresi Linier Data Tahunan

Variabel	Koefisien	S.E. Koefisien	T	P-value	VIF
Constant	-96419	100850	-0,96	0,383	
$X_{1,t}$	-0,0392	0,1297	-0,30	0,775	1,614
$X_{2,t}$	1280	2824	0,45	0,669	36,267
$X_{3,t}$	-10885	5004	-2,18	0,082	9,008
$X_{4,t}$	2235	1301	1,72	0,146	29,491

Berdasarkan Tabel 4.40 terlihat bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap *total market* sepeda motor adalah PDRB per kapita karena memiliki *p-value* yang kurang dari $\alpha=0,1$. Namun, koefisien dari variabel tersebut yang seharusnya bertanda positif justru bertanda negatif sehingga mengindikasikan

terjadinya multikolinieritas. Indikasi ini diperkuat dengan nilai VIF dari variabel prediktor yang lebih besar dari 10. Oleh karena itu, dilakukan pemilihan model terbaik dengan menggunakan *best subset* regression. Hasilnya, model terbaik adalah model yang melibatkan satu prediktor yaitu IPM ($X_{4,t}$). Selanjutnya variabel IPM diregresikan kembali terhadap *total market* sepeda motor untuk mendapatkan model yang digunakan untuk peramalan data tahunan. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 4.41.

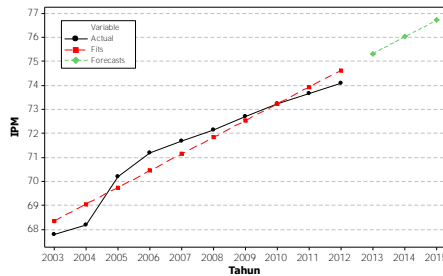
Tabel 4.41 Estimasi dan Uji Signifikansi Parameter Model Regresi Linier Total Market Sepeda Motor dan IPM

Variabel	Koefisien	S.E. Koefisien	T	P-value
Constant	-92669	22885	-4,05	0,004
IPM	1472,4	320	4,60	0,002

Tabel 4.41 menunjukkan bahwa variabel IPM sudah signifikan karena memiliki *p-value* yang kurang dari $\alpha=0,1$. Selain itu, koefisien IPM juga bertanda positif yang sesuai dengan kenyataan di lapangan bahwa semakin tinggi IPM maka semakin tinggi kecenderungan masyarakat untuk membeli sepeda motor. Dengan demikian, model yang akan digunakan untuk meramal *total market* sepeda motor tahunan adalah

$$\widehat{Total\ Market} = -92669 + 1472,4\ IPM.$$

Sebelum melakukan peramalan *total market* tahunan, maka variabel IPM perlu diramal terlebih dahulu agar diperoleh variabel prediktor untuk model regresi tersebut. Peramalan terhadap variabel IPM dilakukan dengan menggunakan *trend analysis*. Metode ini dipilih karena pola yang ditunjukkan oleh IPM masyarakat Kabupaten Trenggalek dari tahun 2003 hingga tahun 2012 bersifat *trend* linier. Hasil ramalan *trend analysis* ditampilkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 *Trend Analysis IPM*

Berdasarkan Gambar 4.29 terlihat bahwa IPM menunjukkan pola *trend* linier, dimana pola data asli mampu diikuti dengan baik oleh ramalan. Model *trend analysis* yang diperoleh adalah

$$\widehat{IPM} = 67,661 + 0,697 t.$$

Hasil ramalan IPM dengan menggunakan model *trend analysis* disajikan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 Ramalan Tahunan IPM

Tahun	IPM
2013	75,33
2014	76,02
2015	76,72

Berdasarkan Tabel 4.42 dapat diketahui bahwa IPM masyarakat Kabupaten Trenggalek meningkat dengan stabil hingga tahun 2015. Nilai ramalan IPM tersebut kemudian dimasukkan ke dalam persamaan model regresi *total market* sepeda motor sehingga diperoleh hasil ramalan seperti pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Ramalan Tahunan *Total Market* Sepeda Motor

Tahun	<i>Total Market</i> Sepeda Motor
2013	18241
2014	19267
2015	20293

Hasil ramalan tahunan *total market* sepeda motor pada Tabel 4.43 tersebut akan dipecah dengan metode disagregasi pada tahap selanjutnya sehingga dihasilkan ramalan *total market* sepeda motor per jenis yang lebih akurat dan tidak *underestimate*.

4.6 Disagregasi Ramalan Tahunan

Disagregasi terhadap ramalan tahunan dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan *top-down* berdasarkan proporsi peramalan. Mula-mula hasil ramalan *total market* tahunan (Level 0) dipecah menjadi ramalan *total market* bulanan (Level 1) menggunakan hasil ramalan bulanan dari metode ARIMAX dan ANFIS. Diperoleh proporsi ramalan seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Proporsi Ramalan Total Market Bulanan Pada Tahun 2014

Bulan	Proporsi	
	ARIMAX	ANFIS
Januari	0,0752	0,0265
Februari	0,0583	0,0361
Maret	0,0726	0,1084

Ramalan *total market* bulanan (Level 1) tersebut kemudian dipecah menjadi ramalan *total market* bulanan per jenis (Level 2) menggunakan hasil ramalan bulanan dari metode ARIMAX dan ANFIS. Diperoleh proporsi *total market* bulanan per jenis seperti yang disajikan pada Tabel 4.45 berikut

Tabel 4.45 Proporsi Ramalan Total Market Bulanan Per Jenis Pada Tahun 2014

Total Market	Bebek		Matic		Sport	
	ARIMAX	ANFIS	ARIMAX	ANFIS	ARIMAX	ANFIS
Januari	0,0822	0,2076	0,7346	0,7924	0,1832	0,0000
Februari	0,0167	0,1448	0,7478	0,6214	0,2355	0,2338
Maret	0,0707	0,0454	0,6914	0,2153	0,2379	0,7393

Seluruh proporsi peramalan diperoleh berdasarkan hasil ramalan terbaik dari metode ARIMAX dan ANFIS pada kategori *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport. Selanjutnya nilai proporsi-proporsi tersebut dikalikan dengan hasil ramalan tahunan dan bulan sehingga diperoleh ramalan disagregasi. Berikut adalah hasil peramalan disagregasi dengan pendekatan *top-down* proporsi peramalan.

Tabel 4.46 (a) Hasil Peramalan Disagregasi *Total Market* Sepeda Motor Bebek Tahun 2014

Bulan	ARIMAX	ANFIS	Data Asli
Januari	119	106	169
Februari	19	101	195
Maret	99	95	151
SMAPE	80,43	51,75	

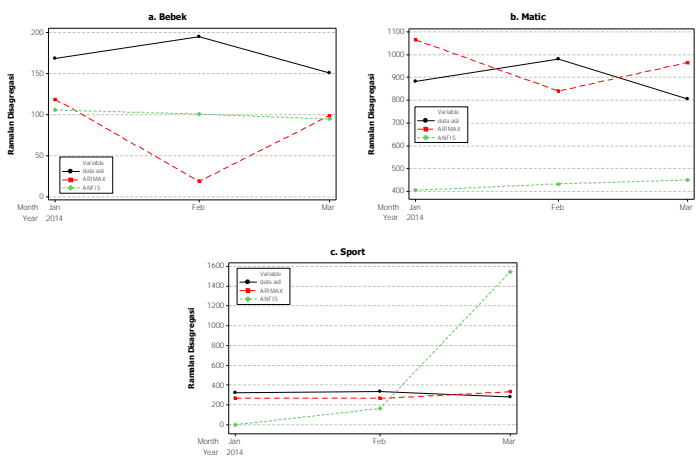
Tabel 4.46 (b) Hasil Peramalan Disagregasi *Total Market* Sepeda Motor Matic Tahun 2014

Bulan	ARIMAX	ANFIS	Data Asli
Januari	1065	405	883
Februari	840	433	980
Maret	966	450	806
SMAPE	17,39	69,51	

Tabel 4.46 (c) Hasil Peramalan Disagregasi *Total Market* Sepeda Motor Sport Tahun 2014

Bulan	ARIMAX	ANFIS	Data Asli
Januari	266	0	320
Februari	265	163	334
Maret	333	1544	279
SMAPE	19,76	135,90	

Berdasarkan hasil peramalan pada Tabel 4.46 (a), (b), dan (c) terlihat bahwa metode ARIMAX memiliki nilai SMAPE terkecil pada kategori *total market* sepeda motor matic dan sport. Sedangkan metode ANFIS memiliki nilai SMAPE terkecil pada kategori *total market* sepeda motor bebek. Ini berarti dengan pendekatan *top-down* berdasarkan proporsi peramalan, metode ARIMAX mampu memberikan hasil yang lebih baik daripada metode ANFIS. Perbandingan hasil ramalan ARIMAX dan ANFIS setelah didisagregasi dapat dilihat pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Perbandingan Ramalan Disagregasi Pada Kategori *Total Market* Sepeda Motor (a) Bebek (b) Matic (c) Sport

Berdasarkan Gambar 4.30 dapat dilihat perbandingan ramalan disagregasi pendekatan *top-down* proporsi peramalan antara metode ARIMAX dan ANFIS. Metode ARIMAX memiliki ramalan disagregasi yang lebih baik pada kategori *total market* sepeda motor matic dan sport. Sedangkan metode ANFIS memiliki ramalan disagregasi yang lebih baik pada kategori *total market* sepeda motor bebek. Perbandingan hasil ramalan sebelum didisagregasi dan setelah didisagregasi selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 (a) Perbandingan Hasil Ramalan *Total Market* Sepeda Motor Bebek Tahun 2014 Sebelum dan Setelah Didisagregasi

Bulan	Sebelum		Setelah		Data Asli
	Didisagregasi		Didisagregasi		
	ARIMAX	ANFIS	ARIMAX	ANFIS	
Januari	147	182	119	106	169
Februari	23	173	19	101	195
Maret	122	163	99	95	151
SMAPE	64,35	8,93	80,43	51,75	

Tabel 4.47 (b) Perbandingan Hasil Ramalan *Total Market* Sepeda Motor Matic Tahun 2014 Sebelum dan Setelah Didisagregasi

Bulan	Sebelum		Setelah		Data Asli
	Didisagregasi		Didisagregasi		
	ARIMAX	ANFIS	ARIMAX	ANFIS	
Januari	1313	695	1065	405	883
Februari	1036	743	840	433	980
Maret	1191	772	966	450	806
SMAPE	27,74	18,56	17,39	69,51	

Tabel 4.47 (c) Perbandingan Hasil Ramalan *Total Market* Sepeda Motor Sport Tahun 2014 Sebelum dan Setelah Didisagregasi

Bulan	Sebelum Didisagregasi		Setelah Didisagregasi		Data Asli
	ARIMAX	ANFIS	ARIMAX	ANFIS	
Januari	327	0	266	0	320
Februari	326	280	265	163	334
Maret	410	2651	333	1544	279
SMAPE	14,22	126,56	19,76	135,90	

Berdasarkan perbandingan pada Tabel 4.47 (a), (b), dan (c) terlihat bahwa terjadi perubahan hasil ramalan sebelum dan setelah didisagregasi. Sebelum didisagregasi, metode ANFIS lebih unggul karena memiliki hasil ramalan yang lebih akurat pada kategori *total market* sepeda motor bebek dan matic sedangkan metode ARIMAX hanya memiliki hasil ramalan yang lebih akurat pada kategori *total market* sepeda motor sport. Setelah didisagregasi, justru terjadi hal yang sebaliknya. Metode ARIMAX menjadi lebih unggul karena memiliki hasil ramalan yang lebih akurat pada kategori *total market* sepeda motor matic dan sport sedangkan metode ANFIS memiliki hasil ramalan yang lebih akurat hanya pada kategori *total market* sepeda motor bebek.

Apabila dibandingkan dengan data asli, terlihat bahwa hasil ramalan metode ARIMAX maupun ANFIS setelah didisagregasi memiliki nilai yang lebih rendah daripada hasil ramalan sebelum didisagregasi. Hal ini kemungkinan besar disebabkan karena hasil ramalan tahunan yang digunakan sebagai acuan melakukan disagregasi, juga memiliki nilai yang lebih rendah daripada data asli. Hasil ramalan tahunan diperoleh dengan meregresikan *total market* sepeda motor dengan IPM, dimana IPM masyarakat Kabupaten Trenggalek dari tahun ke tahun naik

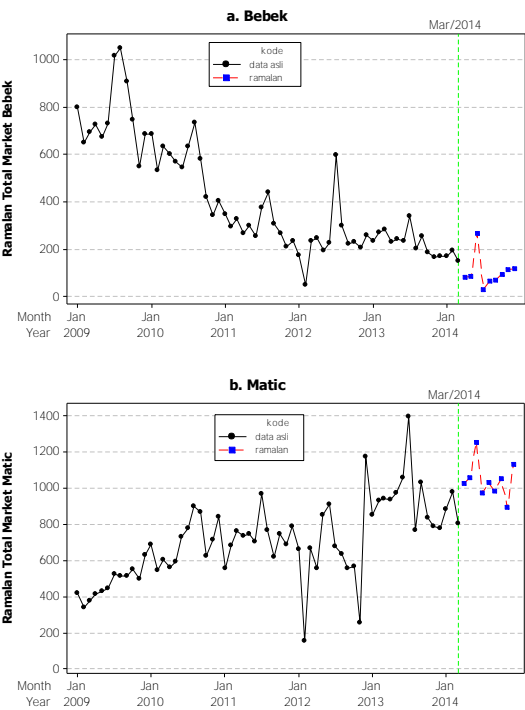
dengan lambat sehingga ramalan tahunan *total market* yang dihasilkan pun memiliki nilai yang rendah.

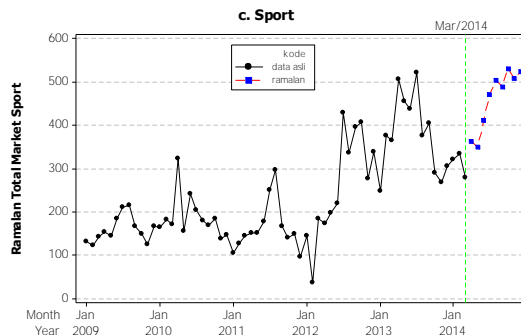
Bagaimanapun juga, metode disagregasi dilakukan sebagai bagian dari strategi penelitian agar ramalan yang dihasilkan menjadi logis dan sesuai kenyataan di lapangan. Artinya, penjumlahan ramalan total market sepeda motor bebek, matic dan sport harus sama dengan ramalan *total market* (keseluruhan). Jika tidak didisagregasi, maka hasil ramalan akan menjadi tidak logis dimana penjumlahan ramalan *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport menjadi tidak sama atau tidak *sinkron* dengan ramalan *total market* (keseluruhan). Pada akhirnya hal tersebut akan berpengaruh besar terhadap kebermanfaatan hasil penelitian bagi *user* dalam hal ini yaitu pihak PT. “C”. Oleh karena itu, ramalan yang digunakan untuk tahun 2014 adalah hasil ramalan terbaik dari masing-masing kategori setelah didisagregasi. Peramalan *total market* sepeda motor bebek menggunakan ANFIS sedangkan peramalan *total market* sepeda motor matic dan sport menggunakan ARIMAX. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 4.48.

Tabel 4.48 Ramalan Total Market Sepeda Motor Bebek, Matic, dan Sport Tahun 2014

Bulan	Bebek	Matic	Sport
April	80	1026	362
Mei	84	1060	349
Juni	268	1253	411
Juli	30	976	470
Agustus	64	1031	503
September	70	987	490
Oktober	94	1054	531
November	115	896	508
Desember	117	1134	523

Berdasarkan Tabel 4.48 terlihat bahwa ramalan *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport tahun 2014 bersifat fluktuatif, naik dan turun secara bergantian. Penjualan tertinggi sepeda motor bebek dan matic diramalkan terjadi pada bulan Juni 2014, dimana bulan tersebut merupakan satu bulan sebelum jatuhnya Hari Raya Idul Fitri. Sedangkan penjualan tertinggi sepeda motor sport diramalkan terjadi pada bulan Oktober 2014. Hal ini kemungkinan disebabkan antusiasme masyarakat Kabupaten Trenggalek untuk membeli sepeda motor sport menjelang akhir tahun. *Time series plot* data asli dan ramalan sepeda motor bebek, matic, dan sport dapat dilihat sebagai berikut





Gambar 4.31 Data Asli dan Ramalan Total Market Sepeda Motor (a) Bebek (b) Matic (c) Sport Tahun 2014

Pada Gambar 4.31 dapat dilihat secara visual pola yang ditunjukkan oleh ramalan dari *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport. Untuk *total market* sepeda motor bebek, terlihat data aslinya memiliki pola yang cenderung menurun kemudian diikuti oleh pola ramalannya yang juga cenderung menurun. Ramalan tertinggi terjadi pada bulan Juni, sesuai dengan pola musiman pada data asli yang dipengaruhi adanya efek satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Untuk *total market* sepeda motor matic, terlihat data aslinya memiliki pola yang cenderung meningkat kemudian diikuti oleh pola ramalannya yang juga cenderung meningkat. Seperti halnya *total market* bebek, ramalan tertinggi *total market* matic terjadi pada bulan Juni, sesuai dengan pola musiman pada data asli yang dipengaruhi adanya efek satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Untuk *total market* sepeda motor sport, terlihat data aslinya cenderung mengalami kenaikan khususnya pada dua tahun terakhir kemudian diikuti oleh pola ramalannya yang juga cenderung meningkat. Ramalan tertinggi *total market* sport terjadi pada bulan Oktober yang tidak dipengaruhi efek musiman Hari Raya Idul Fitri, melainkan dipengaruhi oleh antusiasme masyarakat Kabupaten Trenggalek

untuk membeli sepeda motor sport menjelang akhir tahun. Diduga terdapat banyak diskon maupun promo khusus menjelang akhir tahun sehingga menarik minat masyarakat untuk membeli sepeda motor sport.

Dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, hasil ramalan *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport sudah mampu mengikuti pola data asli dengan baik. *Total market* ketiga jenis sepeda motor tersebut berfluktuasi, dimana cenderung mengalami kenaikan pada pertengahan tahun kemudian mengalami penurunan selama beberapa bulan dan mengalami kenaikan lagi pada akhir tahun. Pola semacam ini sudah mampu ditunjukkan oleh hasil ramalan pada tahun 2014. Selain itu, hasil ramalan juga sudah mampu menangkap efek Hari Raya Idul Fitri, dimana penjualan tertinggi tahun 2014 terjadi pada bulan Juni yang merupakan satu bulan sebelum jatuhnya Hari Raya Idul Fitri.

Ditinjau dari karakteristiknya, *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport di Kabupaten Trenggalek dipengaruhi oleh beberapa variabel seperti yang dijelaskan pada model ARIMAX. Model ARIMAX mengandung banyak variabel *dummy* yang menjelaskan pengaruh variabel-variabel tertentu terhadap *total market* sepeda motor bebek, matic, dan sport. Diantara variabel-variabel tersebut, yang memiliki pengaruh paling besar adalah variabel *trend*, *seasonal* bulanan, dan efek hari raya. Variabel *trend* memiliki pengaruh yang kuat pada *total market* sepeda motor bebek dan matic. Setiap tahun, *total market* sepeda motor bebek dan matic masing-masing cenderung mengalami *trend* penurunan dan peningkatan. Sedangkan *total market* sepeda motor sport tidak terlalu dipengaruhi *trend* karena pola datanya yang cenderung stasioner dan berfluktuasi. Variabel *seasonal* bulanan juga memiliki pengaruh yang kuat pada *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport. *Total market* ketiga jenis sepeda motor tersebut memiliki pola musiman yang berulang setiap tahun, dimana pada bulan-bulan tertentu terjadi penjualan yang tinggi

sedangkan pada bulan lainnya terjadi penjualan yang rendah. Hal ini terlihat dari *dummy seasonal* bulanan pada model ARIMAX yang menjelaskan besarnya *total market* pada setiap bulan. Secara umum, *total market* tertinggi setiap tahunnya hampir selalu terjadi pada bulan Juni, Juli, atau Agustus. Variabel terakhir yang tidak kalah pentingnya adalah efek hari raya khususnya satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Variabel tersebut memiliki pengaruh yang kuat pada *total market* sepeda motor bebek dan matic, dimana penjualan tertinggi setiap tahunnya terjadi pada saat satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Namun demikian, variabel tersebut tidak begitu berpengaruh terhadap *total market* sepeda motor sport karena masyarakat Kabupaten Trenggalek cenderung membeli sepeda motor sport pada saat akhir tahun.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Karakteristik *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport di Kabupaten Trenggalek saling berbeda satu sama lain. *Total market* sepeda motor bebek cenderung mengalami penurunan dari rentang tahun 2009 sampai 2014. Sedangkan *total market* sepeda motor matic cenderung mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini menunjukkan perubahan selera masyarakat Kabupaten Trenggalek yang semula menyukai sepeda motor bebek beralih ke sepeda motor matic. Sementara itu, *total market* sport cenderung bersifat stasioner namun mengalami kenaikan yang cukup signifikan pada dua tahun terakhir.
2. Peramalan *total market* sepeda motor per jenis dengan menggunakan metode ARIMAX menghasilkan model terbaik yang berbeda-beda untuk setiap kategori. Pada *total market* sepeda motor bebek, model ARIMAX terbaik adalah ARIMAX $([1,12],0,0)$. Pada *total market* sepeda motor matic, model ARIMAX terbaik adalah ARIMAX $(0,0,[2,13])$ $(1,0,0)$ ¹². Sedangkan pada *total market* sepeda motor sport, model ARIMAX terbaik adalah ARIMAX $([1,12],0,[2,6])$. Peramalan dengan metode ARIMAX juga menunjukkan bahwa *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport dipengaruhi oleh tiga variabel penting yaitu *trend*, *seasonal* bulanan, dan efek hari raya. Variabel *trend* dan efek hari raya memiliki pengaruh yang kuat terhadap *total market* bebek dan matic. Variabel *seasonal* bulanan memiliki pengaruh yang

kuat pada *total market* bebek, matic, dan sport. Peramalan ARIMAX dengan melibatkan ketiga variabel tersebut mampu menghasilkan ramalan yang sesuai dengan pola data pada tahun-tahun sebelumnya, dimana penjualan tertinggi terjadi pada satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri.

3. Peramalan *total market* sepeda motor per jenis dengan menggunakan metode ANFIS menghasilkan model terbaik yang berbeda-beda untuk setiap kategori tergantung fungsi keanggotaan yang digunakan. Pada *total market* sepeda motor bebek, model ANFIS terbaik adalah menggunakan fungsi *Gbell*. Pada *total market* sepeda motor matic, model ANFIS terbaik adalah menggunakan fungsi *Psig*. Pada *total market* sepeda motor sport, model ANFIS terbaik adalah menggunakan fungsi *Trapezoidal*. Peramalan dengan metode ANFIS menunjukkan *total market* sepeda motor dipengaruhi oleh efek hari raya yaitu satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri. Variabel ini memiliki pengaruh kuat terhadap *total market* bebek dan matic, sedangkan pada *total market* sport tidak terlalu berpengaruh. Dibandingkan dengan data tahun-tahun sebelumnya, peramalan ANFIS sudah mampu mengikuti pola data asli dengan baik akibat memasukkan input efek hari raya ke dalam model.
4. Peramalan terbaik *total market* sepeda motor per jenis diperoleh dengan melakukan perbandingan antara hasil ramalan disagregasi metode ARIMAX dengan ANFIS menggunakan kriteria SMAPE. Untuk *total market* sepeda motor bebek, peramalan terbaik dilakukan menggunakan ANFIS dengan fungsi *Gbell*. Untuk *total market* sepeda motor matic, peramalan terbaik dilakukan menggunakan ARIMAX $(0,0,[2,13])(1,0,0)^{12}$. Sedangkan untuk *total market* sepeda motor sport, peramalan terbaik dilakukan menggunakan ARIMAX $([1,12],0,[2,6])$. Dibandingkan dengan tahun-tahun sebelumnya, hasil ramalan sudah mampu mengikuti karak-

teristik dan pola data asli. Peramalan terbaik ini juga menunjukkan bahwa *total market* sepeda motor bebek, matic dan sport sangat dipengaruhi oleh variabel *trend*, *seasonal* bulanan dan efek hari raya. Terbukti dari hasil ramalan penjualan tertinggi tahun 2014 yang terjadi pada bulan Juni yang merupakan satu bulan sebelum Hari Raya Idul Fitri.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan analisis yang telah dilakukan antara lain.

1. Peneliti selanjutnya diharapkan menggunakan data *total market* bulanan pada rentang periode yang lebih panjang, tidak hanya terbatas data tahun 2009 tetapi beberapa tahun sebelumnya. Hal ini penting karena semakin panjang data yang digunakan untuk peramalan, maka besar kemungkinan diperoleh hasil ramalan yang lebih akurat.
2. Peneliti selanjutnya diharapkan mencari data variabel lokal selain jumlah penduduk usia produktif, laju pertumbuhan ekonomi, PDRB per kapita, dan IPM yang berpengaruh signifikan terhadap total market sepeda motor di Kabupaten Trenggalek sehingga mampu menghasilkan ramalan tahunan yang baik. Dengan begitu, hasil ramalan metode disagregasi akan menjadi lebih akurat dan tidak *underestimate*.
3. Peneliti selanjutnya dapat mengembangkan peramalan *total market* sepeda motor di Kabupaten Trenggalek ini dengan menggabungkan metode ARIMAX dan ANFIS menjadi metode *hybrid* ARIMAX-ANFIS.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

Lampiran A

(Data Tahunan *Total Market* Sepeda Motor Di Kabupaten Trenggalek Beserta Variabel-variabel yang Mempengaruhinya.)

Tahun	<i>Total Market</i>	Penduduk Usia Produktif	Pertumbuhan Ekonomi	PDRB per Kapita	IPM
2003	5777	449675	3,36	3196914	67,80
2004	8293	458780	3,87	3310778	68,20
2005	12195	456433	4,23	3442311	70,20
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2010	17402	451189	6,11	3808713	73,24
2011	14361	458467	6,46	4013234	73,66
2012	13758	463478	6,62	4204189	74,08

Lampiran B

(Data Bulanan *Total Market* Sepeda Motor Per Jenis Di Kabupaten Trenggalek)

Tahun	Bulan	Bebek	Matic	Sport
2009	1	798	420	132
2009	2	648	341	122
2009	3	695	379	143
2009	4	725	415	153
2009	5	675	428	144
2009	6	731	444	184
2009	7	1018	523	210
2009	8	1048	517	214
2009	9	906	512	167
2009	10	748	550	150
2009	11	550	496	125
2009	12	685	631	167
2010	1	687	688	164
2010	2	531	545	183
2010	3	633	604	170
2010	4	603	564	323
2010	5	568	595	155
2010	6	547	732	242
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2013	10	185	839	291
2013	11	168	789	267
2013	12	170	779	306

Lampiran C

(Syntax SAS Model ARIMA ([1,12],0,0) Untuk Residual *Total Market Sepeda Motor Bebek*)

```

data Cub;
input Res;
datalines;
-37.961
-91.423
-113.286
-56.548
-80.810
.
.
.
-25.742
21.952
-40.355
;
/*Tahap Identifikasi*/
proc arima data=Cub out=result1;
identify var=Res;
run;
/*Tahap Estimasi*/
estimate p=([1,12])(0) q=(0)(0) noconstant;
run;
/*Tahap Deteksi Outlier*/
outlier maxnum=5;
run;
/*Tahap Peramalan*/
forecast lead=12 out=resi1;
run;
/*Tahap Uji Normalitas Residual*/
proc univariate data=resi1 normal;
var residual;
run;

```

Lampiran D

(Syntax SAS Model ARIMAX ([1,12],0,0) Untuk *Total Market Sepeda Motor Bebek*)

```

data varkalTM_Cub;
input TM_Cub t S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11 S12
H1 d2 d2t;
datalines;
798 1      1      .      .      .      0
648 2      0      .      .      .      0
695 3      0      .      .      .      0
725 4      0      .      .      .      0
675 5      0      .      .      .      0
. .      .      .      .      .      .
. .      .      .      .      .      .
. .      .      .      .      .      .
* 82      0      .      .      .      82
* 83      0      .      .      .      83
* 84      0      .      .      .      84
;
/*Tahap Identifikasi*/
proc arima data=varkalTM_Cub out=result1;
identify var=TM_Cub crosscorr=(t S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7
S8 S9 S10 S11 S12 H1 d2 d2t) nlag=36;
run;
/*Tahap Estimasi*/
estimate input=(t S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11
S12 H1 d2 d2t) p=(0)(0) q=(1)(12) noconstant;
run;
/*Tahap Deteksi Outlier*/
outlier maxnum=5;
run;
/*Tahap Peramalan*/
forecast lead=24 out=resi1;
run;
/*Tahap Uji Normalitas Residual*/
proc print data=resi1;
proc univariate data=resi1 normal;
var residual;
run;

```

Lampiran E

(Syntax Matlab Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Bebek* dengan Klasifikasi *Grid Partition*, *2 Membership Function* dan Fungsi *Gauss*)

```
Total_Market_Bebek;

cub = TM_Bebek (:,1);
H1 = TM_Bebek (:,2);

/*Data In-Sample*/
x_12 = cub(1:48);
x_1 = cub(12:59);
x_h = H1(13:60);
xt = [x_12 x_1 x_h];

/*Data Out-Sample*/
x_12a = cub(49:51);
x_1a = cub(60:62);
x_ha = H1(61:63);
xta = [x_12a x_1a x_ha];

/*Output*/
y1 = cub(13:60);
y1a = cub(61:63);

/*Proses ANFIS*/
epoch_n = 100;
numMFs = 2;
mfType = 'gaussmf';
in_fis1 = genfis1([xt y1],numMFs,mfType);
out_fis1 = anfis([xt y1],in_fis1,epoch_n);
```

Lampiran E (Lanjutan)

```

/*Tahap Peramalan*/
y1_hat = evalfis(xt,out_fis1)
yt = cub;
xth = H1;
for i = 61:63
yt(i) = evalfis([yt(i-12) yt(i-1) xth(i)],out_fis1);
end
y1a_hat = yt(61:63)

/*Residual*/
er_in = y1-y1_hat;
er_out = y1a-y1a_hat;
mape_in = (sum(abs(er_in./y1))/length(er_in))*100
mape_out = (sum(abs(er_out./y1a))/length(er_out))*100
smape_in = (sum(abs(er_in./((y1+y1_hat)/2)))/length(er_in))*100
smape_out =
(sum(abs(er_out./((y1a+y1a_hat)/2)))/length(er_out))*100

showfis(out_fis1)

```


Lampiran F

(Output SAS Model ARIMA Residual *Total Market Sepeda Motor Bebek*)

1. ARIMA (0,0,1)(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
MA1,1	-0.55007		0.11689	-4.71	<.0001	1			
AR1,1	-0.36606		0.14615	-2.50	0.0151	12			
Variance Estimate				3028.379					
Std Error Estimate				55.03071					
AIC				653.1855					
SBC				657.3742					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	3.54	4	0.4724	-0.010	0.028	0.054	-0.083	-0.156	-0.131
12	9.51	10	0.4841	0.055	0.005	-0.012	-0.197	0.177	-0.081
18	11.92	16	0.7496	-0.093	0.086	-0.098	-0.048	-0.038	0.007
24	18.37	22	0.6837	-0.032	0.056	-0.134	-0.005	0.018	-0.204
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.976951		Pr < W	0.3135				
Kolmogorov-Smirnov	D	0.088551		Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises	W-Sq	0.081476		Pr > W-Sq	0.2020				
Anderson-Darling	A-Sq	0.522921		Pr > A-Sq	0.1843				

2. ARIMA (0,0,1)(0,0,1)¹²

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
MA1,1	-0.61118	0.10637	-5.75	<.0001	1
MA2,1	0.71570	0.09506	7.53	<.0001	12
	Variance Estimate		2668.482		
	Std Error Estimate		51.65735		
	AIC		645.5944		
	SBC		649.7831		
	Number of Residuals		60		

Lampiran F (Lanjutan)

Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.94	4	0.2036	0.012	0.043	0.009	-0.092	-0.200	-0.192
12	12.06	10	0.2812	-0.020	-0.030	-0.018	-0.156	0.202	0.119
18	14.08	16	0.5930	-0.028	0.067	-0.060	-0.065	-0.098	-0.034
24	16.88	22	0.7700	-0.069	0.045	-0.126	-0.006	0.050	-0.064
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.950682	Pr < W	0.0168				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.078748	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.07191	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.590929	Pr > A-Sq	0.1231				

3. ARIMA ([1,12],0,0)

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate		Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag			
AR1,1	0.42889		0.11255	3.81	0.0003	1			
AR1,2	-0.35921		0.13112	-2.74	0.0082	12			
Variance Estimate				3113.526					
Std Error Estimate				55.79898					
AIC				654.8492					
SBC				659.0379					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	6.52	4	0.1635	0.073	-0.159	0.068	-0.085	-0.213	-0.102
12	12.12	10	0.2771	0.093	0.030	-0.114	-0.172	0.145	-0.050
18	15.68	16	0.4758	0.017	0.162	-0.078	-0.095	-0.033	-0.023
24	20.71	22	0.5390	-0.004	0.076	-0.079	0.032	-0.035	-0.189
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.988382	Pr < W	0.8391					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.087696	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.042788	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.283005	Pr > A-Sq	>0.2500					

Lampiran F (Lanjutan)

4. ARIMA (0,0,[1,12,13])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag				
MA1,1	-0.61153	0.10773	-5.68	<.0001	1				
MA1,2	0.71948	0.09988	7.20	<.0001	12				
MA1,3	0.43185	0.12852	3.36	0.0014	13				
Variance Estimate			2715.056						
Std Error Estimate			52.1062						
AIC			647.5891						
SBC			653.8721						
Number of Residuals			60						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.95	3	0.1140	0.011	0.042	0.010	-0.091	-0.202	-0.191
12	12.19	9	0.2026	-0.021	-0.028	-0.017	-0.157	0.205	0.120
18	14.28	15	0.5047	-0.034	0.069	-0.061	-0.065	-0.099	-0.033
24	17.10	21	0.7048	-0.069	0.046	-0.126	-0.006	0.052	-0.064
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.951129		Pr < W	0.0176				
Kolmogorov-Smirnov	D	0.07869		Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises	W-Sq	0.070686		Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling	A-Sq	0.583789		Pr > A-Sq	0.1282				

Lampiran G
(Output SAS Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Bebek*)

1. ARIMAX (0,0,1)(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.56267	0.13977	-4.03	0.0002	1	TM_Cub	0		
AR1,1	-0.37510	0.18322	-2.05	0.0469	12	TM_Cub	0		
NUM1	-19.08087	1.56299	-12.21	<.0001	0	t	0		
NUM2	848.98436	34.01901	24.96	<.0001	0	S1	0		
NUM3	773.38527	35.94590	21.52	<.0001	0	S2	0		
NUM4	866.95949	36.41275	23.81	<.0001	0	S3	0		
NUM5	859.52484	37.02589	23.21	<.0001	0	S4	0		
NUM6	852.78570	37.83464	22.54	<.0001	0	S5	0		
NUM7	866.89442	38.62144	22.45	<.0001	0	S6	0		
NUM8	1018.1	42.10003	24.18	<.0001	0	S7	0		
NUM9	1004.3	41.61498	24.13	<.0001	0	S8	0		
NUM10	959.43935	41.40154	23.17	<.0001	0	S9	0		
NUM11	889.84619	42.47128	20.95	<.0001	0	S10	0		
NUM12	829.79439	43.66931	19.00	<.0001	0	S11	0		
NUM13	896.90458	43.49275	20.62	<.0001	0	S12	0		
NUM14	95.65950	23.70861	4.03	0.0002	0	H1	0		
NUM15	-530.99355	162.29535	-3.27	0.0021	0	d2	0		
NUM16	16.39086	3.37882	4.85	<.0001	0	d2t	0		
Variance Estimate				4149.793					
Std Error Estimate				64.41889					
AIC				684.7209					
SBC				722.4192					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	3.00	4	0.5584	-0.010	0.026	0.044	-0.079	-0.140	-0.125
12	9.29	10	0.5051	0.062	0.004	-0.002	-0.206	0.172	-0.089
18	11.83	16	0.7557	-0.083	0.084	-0.119	-0.045	-0.032	0.003
24	18.68	22	0.6651	-0.044	0.048	-0.125	-0.013	0.011	-0.219
30	23.82	28	0.6912	0.194	-0.019	0.090	-0.006	-0.028	0.029
36	27.77	34	0.7656	-0.046	-0.004	0.100	0.125	-0.013	-0.013
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.979465	Pr < W	0.4063				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.090346	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.073603	Pr > W-Sq	0.2487				
Anderson-Darling		A-Sq	0.463059	Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran G (Lanjutan)

2. ARIMA (0,0,1)(0,0,1)¹²

Conditional Least Squares Estimation								
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift	
MA1,1	-0.69335	0.12970	-5.35	<.0001	1	TM_Cub	0	
MA2,1	1.00000	0.33357	3.00	0.0046	12	TM_Cub	0	
NUM1	-18.71682	1.80452	-10.37	<.0001	0	t	0	
NUM2	844.93627	23.20308	36.41	<.0001	0	S1	0	
NUM3	751.43716	27.50666	27.32	<.0001	0	S2	0	
NUM4	843.67240	29.83025	28.28	<.0001	0	S3	0	
NUM5	844.63252	28.40150	29.74	<.0001	0	S4	0	
NUM6	835.80959	30.64947	27.27	<.0001	0	S5	0	
NUM7	856.15806	30.40205	28.16	<.0001	0	S6	0	
NUM8	1031.8	35.16174	29.34	<.0001	0	S7	0	
NUM9	1032.5	39.00125	26.47	<.0001	0	S8	0	
NUM10	975.96188	37.07929	26.32	<.0001	0	S9	0	
NUM11	889.49601	36.02460	24.69	<.0001	0	S10	0	
NUM12	809.67571	40.64801	19.92	<.0001	0	S11	0	
NUM13	892.91085	39.26899	22.74	<.0001	0	S12	0	
NUM14	82.59402	18.77696	4.40	<.0001	0	H1	0	
NUM15	-473.88879	186.93158	-2.54	0.0151	0	d2	0	
NUM16	14.85281	3.90023	3.81	0.0004	0	d2t	0	
Variance Estimate				3093.164				
Std Error Estimate				55.61622				
AIC				667.0891				
SBC				704.7873				
Number of Residuals				60				
Autocorrelation Check of Residuals								
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----				
6	3.47	4	0.4826	0.012	0.040	-0.067	-0.141	-0.144
12	9.35	10	0.4992	0.020	-0.058	0.048	-0.193	0.054
18	11.24	16	0.7947	-0.019	0.023	-0.111	-0.047	-0.044
24	15.52	22	0.8390	-0.057	0.028	-0.046	-0.058	0.027
30	21.54	28	0.8021	0.188	-0.033	0.085	-0.094	-0.012
36	27.57	34	0.7743	-0.056	0.057	0.096	0.124	-0.089
Tests for Normality								
Test		--Statistic--		----p Value-----				
Shapiro-Wilk		W	0.978803	Pr < W	0.3800			
Kolmogorov-Smirnov		D	0.066245	Pr > D	>0.1500			
Cramer-von Mises		W-Sq	0.044389	Pr > W-Sq	>0.2500			
Anderson-Darling		A-Sq	0.38427	Pr > A-Sq	>0.2500			

Lampiran G (Lanjutan)

3. ARIMA ([1,12],0,0)

Conditional Least Squares Estimation								
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift	
AR1,1	0.45701	0.13595	3.36	0.0017	1	TM_Cub	0	
AR1,2	-0.37692	0.16384	-2.30	0.0265	12	TM_Cub	0	
NUM1	-18.32760	1.69934	-10.79	<.0001	0	t	0	
NUM2	847.84898	34.48289	24.59	<.0001	0	S1	0	
NUM3	766.07075	35.48802	21.59	<.0001	0	S2	0	
NUM4	855.41396	36.31846	23.55	<.0001	0	S3	0	
NUM5	847.47667	37.13483	22.82	<.0001	0	S4	0	
NUM6	839.48453	38.06902	22.05	<.0001	0	S5	0	
NUM7	850.55157	39.07780	21.77	<.0001	0	S6	0	
NUM8	998.71761	43.58072	22.92	<.0001	0	S7	0	
NUM9	989.31978	42.74756	23.14	<.0001	0	S8	0	
NUM10	948.70034	42.39296	22.38	<.0001	0	S9	0	
NUM11	877.75051	43.68571	20.09	<.0001	0	S10	0	
NUM12	814.12635	45.00171	18.09	<.0001	0	S11	0	
NUM13	877.54998	45.82681	19.15	<.0001	0	S12	0	
NUM14	101.66518	29.02565	3.50	0.0011	0	H1	0	
NUM15	-602.94752	202.69774	-2.97	0.0048	0	d2	0	
NUM16	17.29765	4.08238	4.24	0.0001	0	d2t	0	
Variance Estimate				4241.629				
Std Error Estimate				65.12779				
AIC				686.0343				
SBC				723.7325				
Number of Residuals				60				
Autocorrelation Check of Residuals								
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----				
6	5.41	4	0.2482	0.052	-0.146	0.091	-0.087	-0.184
12	11.12	10	0.3481	0.075	0.038	-0.101	-0.166	0.171
18	15.56	16	0.4837	0.017	0.149	-0.113	-0.121	-0.040
24	21.38	22	0.4975	-0.043	0.079	-0.081	0.037	-0.046
30	23.51	28	0.7069	0.106	0.031	0.076	-0.006	-0.014
36	27.74	34	0.7669	-0.036	-0.020	0.119	0.098	-0.026
Tests for Normality								
Test			--Statistic--	----p Value----				
Shapiro-Wilk			W	0.990722	Pr < W	0.9300		
Kolmogorov-Smirnov			D	0.079357	Pr > D	>0.1500		
Cramer-von Mises			W-Sq	0.033518	Pr > W-Sq	>0.2500		
Anderson-Darling			A-Sq	0.223961	Pr > A-Sq	>0.2500		

Lampiran G (Lanjutan)

4. ARIMA (0,0,[1,12,13])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.66741	0.17269	-3.86	0.0004	1	TM_Cub	0		
MA1,2	0.99303	0.34327	2.89	0.0061	12	TM_Cub	0		
MA1,3	0.67438	0.30714	2.20	0.0338	13	TM_Cub	0		
NUM1	-18.83038	1.82157	-10.34	<.0001	0	t	0		
NUM2	845.55523	23.83854	35.47	<.0001	0	S1	0		
NUM3	754.61064	28.34207	26.63	<.0001	0	S2	0		
NUM4	844.07194	30.40909	27.76	<.0001	0	S3	0		
NUM5	845.06282	28.78443	29.36	<.0001	0	S4	0		
NUM6	837.59761	31.04033	26.98	<.0001	0	S5	0		
NUM7	855.30184	31.03590	27.56	<.0001	0	S6	0		
NUM8	1032.9	35.99487	28.70	<.0001	0	S7	0		
NUM9	1033.4	40.32739	25.62	<.0001	0	S8	0		
NUM10	977.27550	37.81113	25.85	<.0001	0	S9	0		
NUM11	894.32170	36.90266	24.23	<.0001	0	S10	0		
NUM12	811.86953	41.09599	19.76	<.0001	0	S11	0		
NUM13	892.73624	40.27146	22.17	<.0001	0	S12	0		
NUM14	79.88925	21.10099	3.79	0.0005	0	H1	0		
NUM15	-466.78922	189.07189	-2.47	0.0178	0	d2	0		
NUM16	14.68732	3.93168	3.74	0.0006	0	d2t	0		
Variance Estimate				3232.506					
Std Error Estimate				56.85513					
AIC				670.287					
SBC				710.0796					
Number of Residuals				60					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	2.96	3	0.3975	0.041	0.032	-0.047	-0.072	-0.130	-0.129
12	8.51	9	0.4839	0.027	-0.027	0.042	-0.163	0.196	0.073
18	10.46	15	0.7897	-0.043	-0.000	-0.107	-0.065	-0.070	0.030
24	14.36	21	0.8538	-0.056	0.034	-0.056	-0.049	0.053	-0.161
30	19.26	27	0.8602	0.150	-0.040	0.092	-0.089	-0.026	0.057
36	24.95	33	0.8418	-0.058	0.062	0.105	0.125	-0.004	-0.080
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			-----p Value-----					
Shapiro-Wilk	W	0.97712	Pr < W	0.3192					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.065191	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.048871	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.390126	Pr > A-Sq	>0.2500					

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
MA1,1	-0.33129	0.11161	-2.97	0.0044	2
MA1,2	-0.52232	0.12227	-4.27	<.0001	13
AR1,1	-0.40336	0.13115	-3.08	0.0032	12
Variance Estimate			10685.01		
Std Error Estimate			103.3683		
AIC			729.7909		
SBC			736.0739		
Number of Residuals			60		

Lampiran H (Lanjutan)

Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.91	3	0.1789	-0.003	-0.019	-0.135	-0.147	-0.101	-0.151
12	13.41	9	0.1449	0.152	-0.168	0.232	-0.080	-0.064	-0.044
18	18.53	15	0.2358	-0.002	0.096	-0.085	0.152	-0.126	-0.070
24	26.09	21	0.2030	-0.038	-0.016	0.217	0.059	-0.042	-0.152

Tests for Normality				
Test	--Statistic--	-----p Value-----		
Shapiro-Wilk	W 0.986815	Pr < W	0.7636	
Kolmogorov-Smirnov	D 0.05143	Pr > D	>0.1500	
Cramer-von Mises	W-Sq 0.02817	Pr > W-Sq	>0.2500	
Anderson-Darling	A-Sq 0.229534	Pr > A-Sq	>0.2500	

3. ARIMA (9,0,[2,13])(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation						
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	
MA1,1	-0.29425	0.11686	-2.52	0.0147	2	
MA1,2	-0.52967	0.13112	-4.04	0.0002	13	
AR1,1	0.25699	0.13579	1.89	0.0636	9	
AR2,1	-0.43997	0.13322	-3.30	0.0017	12	

Variance Estimate	10226.7
Std Error Estimate	101.1271
AIC	728.0985
SBC	736.4759
Number of Residuals	60

Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.32	2	0.1155	0.052	-0.018	-0.108	-0.154	-0.095	-0.131
12	8.27	8	0.4079	0.137	-0.159	0.036	-0.070	-0.059	-0.035
18	13.58	14	0.4811	0.025	0.154	-0.044	0.101	-0.104	-0.125
24	19.73	20	0.4748	-0.022	-0.009	0.207	0.037	-0.050	-0.126

Tests for Normality				
Test	--Statistic--	-----p Value-----		
Shapiro-Wilk	W 0.976703	Pr < W	0.3054	
Kolmogorov-Smirnov	D 0.067158	Pr > D	>0.1500	
Cramer-von Mises	W-Sq 0.044313	Pr > W-Sq	>0.2500	
Anderson-Darling	A-Sq 0.354326	Pr > A-Sq	>0.2500	

Lampiran H (Lanjutan)

4. ARIMA ([12,13],0,[2,9])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag				
MA1,1	-0.29697	0.13002	-2.28	0.0262	2				
MA1,2	-0.40307	0.14062	-2.87	0.0058	9				
AR1,1	-0.41567	0.12984	-3.20	0.0023	12				
AR1,2	0.43867	0.15205	2.88	0.0055	13				
Variance Estimate			10688.46						
Std Error Estimate			103.385						
AIC			730.7482						
SBC			739.1256						
Number of Residuals			60						
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.40	2	0.1106	-0.029	-0.030	0.006	-0.145	-0.134	-0.156
12	7.49	8	0.4848	0.125	-0.111	-0.031	-0.066	0.070	-0.066
18	13.28	14	0.5045	0.084	0.152	-0.172	0.028	-0.069	-0.070
24	18.45	20	0.5578	0.038	0.023	0.161	0.055	-0.114	-0.094
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.990798	Pr < W		0.9323			
Kolmogorov-Smirnov		D	0.048529	Pr > D		>0.1500			
Cramer-von Mises		W-Sq	0.024018	Pr > W-Sq		>0.2500			
Anderson-Darling		A-Sq	0.163764	Pr > A-Sq		>0.2500			

5. ARIMA ([6,9],0,[4,5])(0,0,1)¹²

Conditional Least Squares Estimation					
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag
MA1,1	-0.33129	0.11161	-2.97	0.0044	2
MA1,2	-0.52232	0.12227	-4.27	<.0001	13
AR1,1	-0.40336	0.13115	-3.08	0.0032	12
Variance Estimate		10685.01			
Std Error Estimate		103.3683			
AIC		729.7909			
SBC		736.0739			
Number of Residuals		60			

Lampiran H (Lanjutan)

Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.91	3	0.1789	-0.003	-0.019	-0.135	-0.147	-0.101	-0.151
12	13.41	9	0.1449	0.152	-0.168	0.232	-0.080	-0.064	-0.044
18	18.53	15	0.2358	-0.002	0.096	-0.085	0.152	-0.126	-0.070
24	26.09	21	0.2030	-0.038	-0.016	0.217	0.059	-0.042	-0.152
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.986815	Pr < W	0.7636				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.05143	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.02817	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.229534	Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran I
(Output SAS Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Matic*)

1. ARIMAX (0,0,[2,9])(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.43154	0.13254	-3.26	0.0022	2	TM_Matic	0		
MA1,2	-0.60171	0.17721	-3.40	0.0015	9	TM_Matic	0		
AR1,1	-0.57604	0.16220	-3.55	0.0010	12	TM_Matic	0		
NUM1	25.40225	2.43636	10.43	<.0001	0	t	0		
NUM2	344.80457	45.08982	7.65	<.0001	0	S1	0		
NUM3	186.77801	40.61763	4.60	<.0001	0	S2	0		
NUM4	326.54552	51.64542	6.32	<.0001	0	S3	0		
NUM5	264.82498	47.83405	5.54	<.0001	0	S4	0		
NUM6	312.16677	51.22744	6.09	<.0001	0	S5	0		
NUM7	315.39814	50.48386	6.25	<.0001	0	S6	0		
NUM8	281.62282	58.38704	4.82	<.0001	0	S7	0		
NUM9	161.09531	50.53622	3.19	0.0027	0	S8	0		
NUM10	187.81198	47.88069	3.92	0.0003	0	S9	0		
NUM11	135.91834	59.28985	2.29	0.0270	0	S10	0		
NUM12	295.48974	61.21336	4.83	<.0001	0	S12	0		
NUM13	182.85963	43.39195	4.21	0.0001	0	H1	0		
NUM14	-339.33462	76.09490	-4.46	<.0001	0	d1	0		
NUM15	-672.13315	106.07103	-6.34	<.0001	0	d2	0		
Variance Estimate				14887.2					
Std Error Estimate				122.0131					
AIC				761.3675					
SBC				799.0658					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.19	3	0.2413	0.072	-0.091	-0.012	-0.127	-0.142	-0.114
12	5.25	9	0.8123	0.070	-0.018	-0.077	-0.035	0.034	-0.034
18	14.00	15	0.5257	0.272	0.108	-0.086	0.033	-0.105	-0.056
24	21.72	21	0.4159	0.000	0.040	0.199	0.099	-0.089	-0.141
30	23.53	27	0.6562	-0.038	-0.013	0.073	0.028	-0.007	0.087
36	30.80	33	0.5769	0.076	0.014	-0.040	-0.019	-0.018	-0.200
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.984914	Pr < W	0.6655				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.063533	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.03257	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.252517	Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran I (Lanjutan)

2. ARIMAX (0,0,[2,13])(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.28523	0.13738	-2.08	0.0440	2	TM_Matic	0		
MA1,2	-0.66661	0.16108	-4.14	0.0002	13	TM_Matic	0		
AR1,1	-0.42084	0.16450	-2.56	0.0142	12	TM_Matic	0		
NUM1	25.02028	2.28652	10.94	<.0001	0	t	0		
NUM2	333.01529	44.29235	7.52	<.0001	0	S1	0		
NUM3	178.74216	49.94496	3.58	0.0009	0	S2	0		
NUM4	311.27943	51.83583	6.01	<.0001	0	S3	0		
NUM5	274.88587	52.06475	5.28	<.0001	0	S4	0		
NUM6	317.17306	52.68648	6.02	<.0001	0	S5	0		
NUM7	343.35330	53.54188	6.41	<.0001	0	S6	0		
NUM8	286.55740	59.85378	4.79	<.0001	0	S7	0		
NUM9	172.49270	60.42056	2.85	0.0067	0	S8	0		
NUM10	192.36319	50.90870	3.78	0.0005	0	S9	0		
NUM11	137.59038	42.12454	3.27	0.0022	0	S10	0		
NUM12	242.34991	42.89681	5.65	<.0001	0	S12	0		
NUM13	176.94432	44.31894	3.99	0.0003	0	H1	0		
NUM14	-269.88640	73.27959	-3.68	0.0007	0	d1	0		
NUM15	-664.37969	104.13409	-6.38	<.0001	0	d2	0		
Variance Estimate				13833.69					
Std Error Estimate				117.6167					
AIC				756.9638					
SBC				794.662					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.38	3	0.1461	0.034	0.028	-0.140	-0.147	-0.097	-0.166
12	13.52	9	0.1403	0.145	-0.142	0.256	-0.031	-0.038	-0.059
18	18.59	15	0.2327	-0.030	0.052	-0.074	0.168	-0.141	-0.051
24	25.82	21	0.2134	-0.032	0.027	0.164	0.078	-0.063	-0.184
30	30.93	27	0.2738	0.099	-0.053	-0.029	0.019	0.011	0.171
36	36.90	33	0.2934	0.029	-0.046	-0.143	-0.038	-0.021	-0.127
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			----p Value----					
Shapiro-Wilk	W	0.980465	Pr < W	0.4485					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.058277	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.028952	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.25018	Pr > A-Sq	>0.2500					

Lampiran I (Lanjutan)

3. ARIMAX (9,0,[2,13])(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation								
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift	
MA1,1	-0.24777	0.13916	-1.78	0.0824	2	TM_Matic	0	
MA1,2	-0.76087	0.17297	-4.40	<.0001	13	TM_Matic	0	
AR1,1	0.32805	0.17091	1.92	0.0619	9	TM_Matic	0	
AR2,1	-0.46098	0.17088	-2.70	0.0101	12	TM_Matic	0	
NUM1	24.54670	2.23649	10.98	<.0001	0	t	0	
NUM2	328.38406	39.94983	8.22	<.0001	0	S1	0	
NUM3	162.44591	44.21225	3.67	0.0007	0	S2	0	
NUM4	299.39165	48.64253	6.15	<.0001	0	S3	0	
NUM5	277.00516	49.11982	5.64	<.0001	0	S4	0	
NUM6	311.75016	49.51174	6.30	<.0001	0	S5	0	
NUM7	336.32879	50.72575	6.63	<.0001	0	S6	0	
NUM8	282.90095	55.04434	5.14	<.0001	0	S7	0	
NUM9	152.35546	54.90103	2.78	0.0083	0	S8	0	
NUM10	174.25332	46.45352	3.75	0.0005	0	S9	0	
NUM11	126.42818	38.81655	3.26	0.0023	0	S10	0	
NUM12	238.22475	38.48361	6.19	<.0001	0	S12	0	
NUM13	180.36629	40.94607	4.40	<.0001	0	H1	0	
NUM14	-245.91147	69.44046	-3.54	0.0010	0	d1	0	
NUM15	-632.19755	105.10728	-6.01	<.0001	0	d2	0	
Variance Estimate				12992.87				
Std Error Estimate				113.9863				
AIC				753.7556				
SBC				793.5482				
Number of Residuals				60				
Autocorrelation Check of Residuals								
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----				
6	4.01	2	0.1349	0.105	0.050	-0.078	-0.134	-0.053
12	6.38	8	0.6050	0.096	-0.123	0.041	0.005	-0.071
18	10.05	14	0.7583	-0.031	0.101	0.003	0.085	-0.107
24	15.58	20	0.7421	-0.031	0.008	0.163	0.068	-0.076
30	18.94	26	0.8390	0.092	-0.047	0.014	0.028	-0.010
36	25.04	32	0.8044	-0.010	-0.049	-0.120	-0.074	0.005
Tests for Normality								
Test		--Statistic--		----p Value----				
Shapiro-Wilk		W	0.97674	Pr < W	0.3066			
Kolmogorov-Smirnov		D	0.063401	Pr > D	>0.1500			
Cramer-von Mises		W-Sq	0.040873	Pr > W-Sq	>0.2500			
Anderson-Darling		A-Sq	0.305577	Pr > A-Sq	>0.2500			

Lampiran I (Lanjutan)

4. ARIMAX ([12,13],0,[2,9])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.34161	0.15397	-2.22	0.0321	2	TM_Matic	0		
MA1,2	-0.68338	0.18780	-3.64	0.0008	9	TM_Matic	0		
AR1,1	-0.53372	0.15941	-3.35	0.0018	12	TM_Matic	0		
AR1,2	0.39913	0.18444	2.16	0.0363	13	TM_Matic	0		
NUM1	24.51930	2.32816	10.53	<.0001	0	t	0		
NUM2	350.64001	43.37397	8.08	<.0001	0	S1	0		
NUM3	188.51520	38.78562	4.86	<.0001	0	S2	0		
NUM4	330.07492	49.41808	6.68	<.0001	0	S3	0		
NUM5	265.40671	48.44238	5.48	<.0001	0	S4	0		
NUM6	326.65668	50.19420	6.51	<.0001	0	S5	0		
NUM7	320.82760	50.04724	6.41	<.0001	0	S6	0		
NUM8	278.64458	55.46850	5.02	<.0001	0	S7	0		
NUM9	170.15547	48.03591	3.54	0.0010	0	S8	0		
NUM10	199.57822	45.74595	4.36	<.0001	0	S9	0		
NUM11	136.16667	51.42647	2.65	0.0114	0	S10	0		
NUM12	297.89262	52.47654	5.68	<.0001	0	S12	0		
NUM13	183.80034	40.70915	4.51	<.0001	0	H1	0		
NUM14	-307.31926	72.38767	-4.25	0.0001	0	d1	0		
NUM15	-630.19996	106.07092	-5.94	<.0001	0	d2	0		
Variance Estimate				13492.63					
Std Error Estimate				116.1578					
AIC				756.0202					
SBC				795.8128					
Number of Residuals				60					
* AIC and SBC do not include log determinant.									
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	3.84	2	0.1468	0.016	-0.016	0.044	-0.115	-0.100	-0.176
12	6.07	8	0.6395	0.075	-0.039	-0.113	-0.070	0.055	-0.051
18	9.89	14	0.7702	0.076	0.090	-0.125	0.028	-0.090	-0.085
24	16.84	20	0.6635	0.094	0.095	0.195	0.093	-0.026	-0.085
30	20.70	26	0.7575	0.035	-0.055	0.074	0.031	-0.082	0.123
36	28.66	32	0.6363	0.011	-0.026	-0.038	-0.079	-0.001	-0.209
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.986612	Pr < W		0.7533			
Kolmogorov-Smirnov		D	0.076969	Pr > D		>0.1500			
Cramer-von Mises		W-Sq	0.052001	Pr > W-Sq		>0.2500			
Anderson-Darling		A-Sq	0.344959	Pr > A-Sq		>0.2500			

Lampiran I (Lanjutan)

5. ARIMAX ([6,9],0,[4,5])(0,0,1)¹²

Conditional Least Squares Estimation								
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift	
MA1,1	0.46125	0.15876	2.91	0.0060	4	TM_Matic	0	
MA1,2	0.53875	0.15443	3.49	0.0012	5	TM_Matic	0	
MA2,1	0.87375	0.21017	4.16	0.0002	12	TM_Matic	0	
AR1,1	-0.35147	0.15955	-2.20	0.0334	6	TM_Matic	0	
AR1,2	0.45251	0.20408	2.22	0.0323	9	TM_Matic	0	
NUM1	27.75655	2.19901	12.62	<.0001	0	t	0	
NUM2	350.82414	24.68513	14.21	<.0001	0	S1	0	
NUM3	217.05444	23.67978	9.17	<.0001	0	S2	0	
NUM4	339.17453	33.41442	10.15	<.0001	0	S3	0	
NUM5	289.20818	32.31987	8.95	<.0001	0	S4	0	
NUM6	313.78157	38.29483	8.19	<.0001	0	S5	0	
NUM7	328.93791	40.42603	8.14	<.0001	0	S6	0	
NUM8	307.16711	43.63601	7.04	<.0001	0	S7	0	
NUM9	161.49700	39.48587	4.09	0.0002	0	S8	0	
NUM10	180.04890	30.45885	5.91	<.0001	0	S9	0	
NUM11	115.37758	29.76870	3.88	0.0004	0	S10	0	
NUM12	257.05976	39.53770	6.50	<.0001	0	S12	0	
NUM13	132.14044	56.21566	2.35	0.0238	0	H1	0	
NUM14	-383.01528	67.11827	-5.71	<.0001	0	d1	0	
NUM15	-796.50617	85.03115	-9.37	<.0001	0	d2	0	
Variance Estimate				11574.36				
Std Error Estimate				107.5842				
AIC				747.3376				
SBC				789.2245				
Number of Residuals				60				
Autocorrelation Check of Residuals								
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----				
6	1.38	1	0.2404	0.047	0.094	-0.092	0.010	0.035 0.024
12	2.98	7	0.8871	-0.025	-0.101	0.069	-0.065	0.035 -0.030
18	11.73	13	0.5497	0.276	0.084	0.017	-0.049	-0.097 -0.112
24	14.78	19	0.7367	-0.070	-0.052	0.101	0.103	-0.055 0.011
30	17.80	25	0.8508	0.037	0.028	0.100	-0.008	-0.104 -0.052
36	18.46	31	0.9634	-0.012	-0.056	0.024	-0.006	0.028 -0.011
Tests for Normality								
Test		--Statistic--		-----p Value-----				
Shapiro-Wilk		W	0.988854	Pr < W	0.8599			
Kolmogorov-Smirnov		D	0.076366	Pr > D	>0.1500			
Cramer-von Mises		W-Sq	0.026915	Pr > W-Sq	>0.2500			
Anderson-Darling		A-Sq	0.211248	Pr > A-Sq	>0.2500			

Lampiran J

(Output SAS Model ARIMA Residual *Total Market Sepeda Motor Sport*)

1. ARIMA (6,0,2)(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation						
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	
MA1,1	-0.63212	0.11609	-5.45	<.0001	2	
AR1,1	-0.45032	0.14606	-3.08	0.0032	6	
AR2,1	-0.56826	0.14710	-3.86	0.0003	12	
	Variance Estimate		1637.097			
	Std Error Estimate		40.46106			
	AIC		617.2358			
	SBC		623.5189			
	Number of Residuals		60			
Autocorrelation Check of Residuals						
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----		
6	5.24	3	0.1548	0.198	0.087	-0.026
12	8.02	9	0.5324	-0.101	-0.061	-0.090
18	16.57	15	0.3452	-0.226	-0.134	-0.170
24	24.81	21	0.2555	0.075	0.067	0.154
				0.066	0.119	-0.176
Tests for Normality						
Test	--Statistic--		-----p Value-----			
Shapiro-Wilk	W	0.98697	Pr < W	0.7714		
Kolmogorov-Smirnov	D	0.061052	Pr > D	>0.1500		
Cramer-von Mises	W-Sq	0.020219	Pr > W-Sq	>0.2500		
Anderson-Darling	A-Sq	0.161034	Pr > A-Sq	>0.2500		

2. ARIMA ([1,12],0,[2,6])

Conditional Least Squares Estimation							
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift
MA1,1	-0.60742	0.14907	-4.07	0.0002	2	TM_Sport2	0
MA1,2	0.29640	0.13966	2.12	0.0397	6	TM_Sport2	0
AR1,1	0.28022	0.13477	2.08	0.0437	1	TM_Sport2	0
AR1,2	-0.61957	0.18174	-3.41	0.0014	12	TM_Sport2	0
NUM1	119.38942	17.24616	6.92	<.0001	0	S1	0
NUM2	122.65535	16.94246	7.24	<.0001	0	S2	0
NUM3	156.33080	17.56331	8.90	<.0001	0	S3	0
NUM4	209.86864	17.45526	12.02	<.0001	0	S4	0
NUM5	165.42441	17.23385	9.60	<.0001	0	S5	0
NUM6	196.78448	17.10120	11.51	<.0001	0	S6	0
NUM7	262.67492	17.20249	15.27	<.0001	0	S7	0
NUM8	221.42110	17.23738	12.85	<.0001	0	S8	0

Lampiran J (Lanjutan)

NUM9	198.22504	17.25093	11.49	<.0001	0	S9	0		
NUM10	175.18547	17.35463	10.09	<.0001	0	S10	0		
NUM11	126.71187	17.08169	7.42	<.0001	0	S11	0		
NUM12	140.06995	17.26486	8.11	<.0001	0	S12	0		
NUM13	-418.13866	144.30128	-2.90	0.0059	0	d2	0		
NUM14	11.51369	2.99971	3.84	0.0004	0	d2t	0		
Variance Estimate				1986.442					
Std Error Estimate				44.56952					
AIC				640.5182					
SBC				678.2164					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.17	2	0.1245	-0.085	0.141	-0.043	0.087	-0.147	-0.071
12	6.54	8	0.5868	-0.006	-0.130	-0.018	0.016	-0.006	-0.120
18	10.51	14	0.7242	-0.087	0.037	-0.196	-0.005	-0.032	0.002
24	21.61	20	0.3619	0.030	0.109	0.150	-0.095	0.161	-0.204
30	25.99	26	0.4639	-0.022	-0.045	0.074	-0.108	0.070	0.111
36	27.96	32	0.6714	0.061	-0.058	-0.004	0.047	-0.010	-0.068
Tests for Normality									
Test	--Statistic--		-----p Value-----						
Shapiro-Wilk	W	0.991007	Pr < W	0.9385					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.084751	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.03648	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.197078	Pr > A-Sq	>0.2500					

3. ARIMA ([6,12],0,2)

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag				
MA1,1	-0.60806	0.11198	-5.43	<.0001	2				
AR1,1	-0.37509	0.13258	-2.83	0.0064	6				
AR1,2	-0.49950	0.13839	-3.61	0.0006	12				
Variance Estimate			1684.818						
Std Error Estimate			41.04653						
AIC			618.9598						
SBC			625.2428						
Number of Residuals			60						
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.36	3	0.1473	0.223	0.071	-0.010	0.110	-0.111	-0.062
12	7.98	9	0.5360	-0.074	-0.048	-0.037	0.005	-0.004	-0.160
18	18.59	15	0.2330	-0.216	-0.143	-0.181	-0.099	-0.089	-0.108
24	24.08	21	0.2894	0.050	0.088	0.145	0.016	0.084	-0.131

Lampiran J (Lanjutan)

Tests for Normality				
Test	--Statistic--		-----p Value-----	
Shapiro-Wilk	W	0.988834	Pr < W	0.8591
Kolmogorov-Smirnov	D	0.071662	Pr > D	>0.1500
Cramer-von Mises	W-Sq	0.036164	Pr > W-Sq	>0.2500
Anderson-Darling	A-Sq	0.233713	Pr > A-Sq	>0.2500

Lampiran K
(Output SAS Model ARIMAX *Total Market Sepeda Motor Sport*)

1. ARIMAX (6,0,2)(1,0,0)¹²

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.68553	0.13393	-5.12	<.0001	2	TM_Sport2	0		
AR1,1	-0.45281	0.18514	-2.45	0.0186	6	TM_Sport2	0		
AR2,1	-0.61811	0.17477	-3.54	0.0010	12	TM_Sport2	0		
NUM1	113.88462	20.22132	5.63	<.0001	0	S1	0		
NUM2	120.60239	19.83575	6.08	<.0001	0	S2	0		
NUM3	150.88335	21.34725	7.07	<.0001	0	S3	0		
NUM4	209.86841	21.38674	9.81	<.0001	0	S4	0		
NUM5	163.15636	20.99011	7.77	<.0001	0	S5	0		
NUM6	195.05581	20.92072	9.32	<.0001	0	S6	0		
NUM7	262.42891	21.38404	12.27	<.0001	0	S7	0		
NUM8	219.69278	21.21074	10.36	<.0001	0	S8	0		
NUM9	196.46156	21.74361	9.04	<.0001	0	S9	0		
NUM10	171.01227	21.95803	7.79	<.0001	0	S10	0		
NUM11	126.47748	21.12945	5.99	<.0001	0	S11	0		
NUM12	136.90343	21.37589	6.40	<.0001	0	S12	0		
NUM13	-357.43293	105.25658	-3.40	0.0015	0	d2	0		
NUM14	10.40700	2.17552	4.78	<.0001	0	d2t	0		
Variance Estimate				2054.135					
Std Error Estimate				45.32257					
AIC				641.9406					
SBC				677.5444					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.80	3	0.1216	0.191	0.107	0.001	0.123	-0.132	-0.093
12	9.72	9	0.3740	-0.100	-0.040	-0.104	-0.079	-0.053	-0.145
18	16.92	15	0.3238	-0.217	-0.066	-0.143	-0.107	-0.071	0.006
24	27.04	21	0.1694	0.105	0.085	0.159	0.051	0.100	-0.215
30	32.22	27	0.2240	-0.033	-0.027	0.023	-0.092	0.099	0.149
36	35.82	33	0.3374	0.111	-0.071	0.019	0.071	0.055	-0.028
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		-----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.989261	Pr < W	0.8770				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.069465	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.035474	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.239258	Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran K (Lanjutan)

2. ARIMAX ([1,12],0,[2,6])

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.60742	0.14907	-4.07	0.0002	2	TM_Sport2	0		
MA1,2	0.29640	0.13966	2.12	0.0397	6	TM_Sport2	0		
AR1,1	0.28022	0.13477	2.08	0.0437	1	TM_Sport2	0		
AR1,2	-0.61957	0.18174	-3.41	0.0014	12	TM_Sport2	0		
NUM1	119.38942	17.24616	6.92	<.0001	0	S1	0		
NUM2	122.65535	16.94246	7.24	<.0001	0	S2	0		
NUM3	156.33080	17.56331	8.90	<.0001	0	S3	0		
NUM4	209.86864	17.45526	12.02	<.0001	0	S4	0		
NUM5	165.42441	17.23385	9.60	<.0001	0	S5	0		
NUM6	196.78448	17.10120	11.51	<.0001	0	S6	0		
NUM7	262.67492	17.20249	15.27	<.0001	0	S7	0		
NUM8	221.42110	17.23738	12.85	<.0001	0	S8	0		
NUM9	198.22504	17.25093	11.49	<.0001	0	S9	0		
NUM10	175.18547	17.35463	10.09	<.0001	0	S10	0		
NUM11	126.71187	17.08169	7.42	<.0001	0	S11	0		
NUM12	140.06995	17.26486	8.11	<.0001	0	S12	0		
NUM13	-418.13866	144.30128	-2.90	0.0059	0	d2	0		
NUM14	11.51369	2.99971	3.84	0.0004	0	d2t	0		
Variance Estimate				1986.442					
Std Error Estimate				44.56952					
AIC				640.5182					
SBC				678.2164					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	4.17	2	0.1245	-0.085	0.141	-0.043	0.087	-0.147	-0.071
12	6.54	8	0.5868	-0.006	-0.130	-0.018	0.016	-0.006	-0.120
18	10.51	14	0.7242	-0.087	0.037	-0.196	-0.005	-0.032	0.002
24	21.61	20	0.3619	0.030	0.109	0.150	-0.095	0.161	-0.204
30	25.99	26	0.4639	-0.022	-0.045	0.074	-0.108	0.070	0.111
36	27.96	32	0.6714	0.061	-0.058	-0.004	0.047	-0.010	-0.068
Tests for Normality									
Test	--Statistic--			----p Value----					
Shapiro-Wilk	W	0.991007	Pr < W	0.9385					
Kolmogorov-Smirnov	D	0.084751	Pr > D	>0.1500					
Cramer-von Mises	W-Sq	0.03648	Pr > W-Sq	>0.2500					
Anderson-Darling	A-Sq	0.197078	Pr > A-Sq	>0.2500					

Lampiran K (Lanjutan)

3. ARIMA ([6,12],0,2)

Conditional Least Squares Estimation									
Parameter	Estimate	Standard Error	t Value	Approx Pr > t	Lag	Variable	Shift		
MA1,1	-0.66458	0.12698	-5.23	<.0001	2	TM_Sport2	0		
AR1,1	-0.39058	0.16620	-2.35	0.0234	6	TM_Sport2	0		
AR1,2	-0.56801	0.17016	-3.34	0.0017	12	TM_Sport2	0		
NUM1	116.39455	18.29861	6.36	<.0001	0	S1	0		
NUM2	118.88736	17.97643	6.61	<.0001	0	S2	0		
NUM3	153.12590	19.06960	8.03	<.0001	0	S3	0		
NUM4	208.65337	19.04400	10.96	<.0001	0	S4	0		
NUM5	161.67639	18.88225	8.56	<.0001	0	S5	0		
NUM6	193.29225	18.76420	10.30	<.0001	0	S6	0		
NUM7	259.82235	18.85484	13.78	<.0001	0	S7	0		
NUM8	221.03033	18.85671	11.72	<.0001	0	S8	0		
NUM9	193.95852	19.06353	10.17	<.0001	0	S9	0		
NUM10	173.00156	19.20857	9.01	<.0001	0	S10	0		
NUM11	126.11663	18.77965	6.72	<.0001	0	S11	0		
NUM12	138.26290	18.95455	7.29	<.0001	0	S12	0		
NUM13	-356.75954	102.47374	-3.48	0.0012	0	d2	0		
NUM14	10.47608	2.11999	4.94	<.0001	0	d2t	0		
Variance Estimate				2103.249					
Std Error Estimate				45.86119					
AIC				643.3583					
SBC				678.9621					
Number of Residuals				60					
Autocorrelation Check of Residuals									
To Lag	Chi-Square	DF	Pr > ChiSq	-----Autocorrelations-----					
6	5.02	3	0.1703	0.204	0.063	-0.003	0.104	-0.132	-0.061
12	8.81	9	0.4554	-0.085	-0.051	-0.060	-0.015	-0.032	-0.188
18	16.87	15	0.3265	-0.209	-0.080	-0.147	-0.114	-0.079	-0.086
24	23.57	21	0.3146	0.077	0.113	0.146	0.005	0.063	-0.157
30	31.57	27	0.2484	0.003	-0.022	0.018	-0.073	0.128	0.207
36	34.92	33	0.3767	0.100	-0.073	0.005	0.077	0.042	-0.041
Tests for Normality									
Test		--Statistic--		----p Value-----					
Shapiro-Wilk		W	0.989232	Pr < W	0.8758				
Kolmogorov-Smirnov		D	0.059423	Pr > D	>0.1500				
Cramer-von Mises		W-Sq	0.035157	Pr > W-Sq	>0.2500				
Anderson-Darling		A-Sq	0.232139	Pr > A-Sq	>0.2500				

Lampiran L

(Output Matlab Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Bebek*, Fungsi Gauss)

ANFIS info:
 Number of nodes: 34
 Number of linear parameters: 32
 Number of nonlinear parameters: 12
 Total number of parameters: 44
 Number of training data pairs: 48
 Number of checking data pairs: 0
 Number of fuzzy rules: 8

Start training ANFIS ...

```

1      42.993
2      42.9929
3      42.9929
4      42.9928
5      42.9928
Step size increases to 0.011000 after epoch 5.
6      42.9928
7      42.9927
8      42.9927
9      42.9927
Step size increases to 0.012100 after epoch 9.
10     42.9926
11     42.9926
12     42.9925
13     42.9925
Step size increases to 0.013310 after epoch 13.
14     42.9924
15     42.9924
16     42.9924
17     42.9923
Step size increases to 0.014641 after epoch 17.
18     42.9922
19     42.9922
20     42.9921
21     42.992
Step size increases to 0.016105 after epoch 21.
22     42.992
23     42.9919
24     42.9918
25     42.9918
Step size increases to 0.017716 after epoch 25.
26     42.9917
27     42.9916
28     42.9915
29     42.9914
Step size increases to 0.019487 after epoch 29.
30     42.9913
31     42.9912
32     42.9911
33     42.9911
Step size increases to 0.021436 after epoch 33.
34     42.991
35     42.9909
36     42.9907
37     42.9907
Step size increases to 0.023579 after epoch 37.
38     42.9906
39     42.9905
40     42.9903
41     42.9903
Step size increases to 0.025937 after epoch 41.
42     42.9901
43     42.9899
44     42.9898
45     42.9896
Step size increases to 0.028531 after epoch 45.
46     42.9896
47     42.9894

```

Lampiran L (Lanjutan)

48	42.9894
49	42.9892
Step size increases to 0.031384 after epoch 49.	
50	42.9891
51	42.9889
52	42.9888
53	42.9888
Step size increases to 0.034523 after epoch 53.	
54	42.9887
55	42.9885
56	42.9883
57	42.9882
Step size increases to 0.037975 after epoch 57.	
58	42.9881
59	42.9879
60	42.9876
61	42.9875
Step size increases to 0.041772 after epoch 61.	
62	42.9874
63	42.9872
64	42.987
65	42.9869
Step size increases to 0.045950 after epoch 65.	
66	42.9867
67	42.9866
68	42.9864
69	42.9863
Step size increases to 0.050545 after epoch 69.	
70	42.9862
71	42.9862
72	42.9858
73	42.9858
Step size increases to 0.055599 after epoch 73.	
74	42.9857
75	42.9854
76	42.985
77	42.9847
Step size increases to 0.061159 after epoch 77.	
78	42.9845
79	42.9843
80	42.9841
81	42.9839
Step size increases to 0.067275 after epoch 81.	
82	42.9836
83	42.9835
84	42.983
85	42.9826
Step size increases to 0.074002 after epoch 85.	
86	42.9821
87	42.9819
88	42.9814
89	42.9809
Step size increases to 0.081403 after epoch 89.	
90	42.9804
91	42.9798
92	42.9792
93	42.9786
Step size increases to 0.089543 after epoch 93.	
94	42.9781
95	42.9775
96	42.9768
97	42.9762
Step size increases to 0.098497 after epoch 97.	
98	42.9756
99	42.9749
100	42.9743

Lampiran L (Lanjutan)

Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 100.

yI_hat =

613.5112
554.3152
503.5919
595.2375
569.1169
548.1879
630.8786
735.0151
602.3680
563.4013
338.3378
381.4595
364.8193
257.1814
361.1381
292.7264
298.3314
253.7869
374.9953
421.5135
366.3416
221.4157
206.7426
193.2111
191.8449
179.1627
213.4090
211.1633
207.3986
196.2950
595.9955
288.9830
231.1751
206.1574
228.7208
209.4082
244.1384
265.9131
234.3264
234.9246
234.4680
228.4662
341.0000
245.5612
211.0684
230.8169
209.4845
183.5701

yla_hat =

190.9559
189.9073
186.6762

rmse_in =

42.9743

rmse_out =

24.3638

mape_in =

Lampiran L (Lanjutan)

```
14.0332

mape_out =

13.0766

smape_in =

10.8527

smape_out =

11.9919

1. Name      anfis
2. Type      sugeno
3. Inputs/Outputs  [3 1]
4. NumInputMFs  [2 2 2]
5. NumOutputMFs  8
6. NumRules    8
7. AndMethod    prod
8. OrMethod     max
9. ImpMethod     prod
10. AggMethod    max
11. DefuzzMethod wtaver
12. InLabels     input1
13.              input2
14.              input3
15. OutLabels     output
16. InRange       [49 1048]
17.              [49 735]
18.              [0 1]
19. OutRange      [49 735]
20. InMFLabels    in1mf1
21.              in1mf2
22.              in2mf1
23.              in2mf2
24.              in3mf1
25.              in3mf2
26. OutMFLabels   out1mf1
27.              out1mf2
28.              out1mf3
29.              out1mf4
30.              out1mf5
31.              out1mf6
32.              out1mf7
33.              out1mf8
34. InMFTypes     gaussmf
35.              gaussmf
36.              gaussmf
37.              gaussmf
38.              gaussmf
39.              gaussmf
40. OutMFTypes     linear
41.              linear
42.              linear
43.              linear
44.              linear
45.              linear
46.              linear
47.              linear
48. InMFPParams    [424.6 49.27 0 0]
49.              [425.4 1048 0 0]
50.              [293 49.05 0 0]
51.              [292.3 733.9 0 0]
52.              [0.7132 0.1617 0 0]
53.              [0.2646 1.097 0 0]
```

Lampiran L (Lanjutan)

```
54. OutMFParams [-0.8342 1.633 0.01451 201.1]
55. [-3.685 9.209 0.02706 0.06511]
56. [5.835 -5.165 0.007848 1086]
57. [3.917 4.257 0.01463 0.2202]
58. [6.671 -12.43 -0.005129 -1297]
59. [-1.634 3.655 -0.009564 -0.2549]
60. [0.1664 -1.406 0.002356 1534]
61. [0.7203 -0.5019 0.004392 0.2948]
62. Rule Antecedent [1 1 1]
63. [1 1 2]
64. [1 2 1]
65. [1 2 2]
66. [2 1 1]
67. [2 1 2]
68. [2 2 1]
69. [2 2 2]
62. Rule Consequent 1
63. 2
64. 3
65. 4
66. 5
67. 6
68. 7
69. 8
62. Rule Weight 1
63. 1
64. 1
65. 1
66. 1
67. 1
68. 1
69. 1
62. Rule Connection 1
63. 1
64. 1
65. 1
66. 1
67. 1
68. 1
69. 1
```

Lampiran M

(Output Matlab Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Matic*, Fungsi Gauss)

```

ANFIS info:
  Number of nodes: 34
  Number of linear parameters: 32
  Number of nonlinear parameters: 12
  Total number of parameters: 44
  Number of training data pairs: 48
  Number of checking data pairs: 0
  Number of fuzzy rules: 8

Start training ANFIS ...

  1    137.633
  2    137.633
  3    137.633
  4    137.633
  5    137.633
Step size increases to 0.011000 after epoch 5.
  6    137.633
  7    137.633
  8    137.633
  9    137.633
Step size increases to 0.012100 after epoch 9.
 10    137.633
 11    137.632
 12    137.632
 13    137.632
Step size increases to 0.013310 after epoch 13.
 14    137.632
 15    137.632
 16    137.632
 17    137.632
Step size increases to 0.014641 after epoch 17.
 18    137.632
 19    137.632
 20    137.632
 21    137.632
Step size increases to 0.016105 after epoch 21.
 22    137.631
 23    137.631
 24    137.631
 25    137.631
Step size increases to 0.017716 after epoch 25.
 26    137.631
 27    137.631
 28    137.631
 29    137.631
Step size increases to 0.019487 after epoch 29.
 30    137.63
 31    137.63
 32    137.63
 33    137.63
Step size increases to 0.021436 after epoch 33.
 34    137.63
 35    137.63
 36    137.629
 37    137.629
Step size increases to 0.023579 after epoch 37.
 38    137.629
 39    137.629
 40    137.629
 41    137.629
Step size increases to 0.025937 after epoch 41.
 42    137.628
 43    137.628
 44    137.628
 45    137.628
Step size increases to 0.028531 after epoch 45.
 46    137.628

```

Lampiran M (Lanjutan)

47	137.627
48	137.627
49	137.627
Step size increases to 0.031384 after epoch 49.	
50	137.627
51	137.626
52	137.626
53	137.626
Step size increases to 0.034523 after epoch 53.	
54	137.626
55	137.625
56	137.625
57	137.625
Step size increases to 0.037975 after epoch 57.	
58	137.625
59	137.624
60	137.624
61	137.624
Step size increases to 0.041772 after epoch 61.	
62	137.624
63	137.623
64	137.623
65	137.623
Step size increases to 0.045950 after epoch 65.	
66	137.622
67	137.622
68	137.622
69	137.621
Step size increases to 0.050545 after epoch 69.	
70	137.621
71	137.62
72	137.62
73	137.62
Step size increases to 0.055599 after epoch 73.	
74	137.619
75	137.619
76	137.618
77	137.618
Step size increases to 0.061159 after epoch 77.	
78	137.618
79	137.617
80	137.617
81	137.616
Step size increases to 0.067275 after epoch 81.	
82	137.616
83	137.615
84	137.615
85	137.614
Step size increases to 0.074002 after epoch 85.	
86	137.614
87	137.613
88	137.612
89	137.612
Step size increases to 0.081403 after epoch 89.	
90	137.611
91	137.611
92	137.61
93	137.609
Step size increases to 0.089543 after epoch 93.	
94	137.609
95	137.608
96	137.607
97	137.607
Step size increases to 0.098497 after epoch 97.	
98	137.606
99	137.605
100	137.604

Lampiran M (Lanjutan)

```
Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 100.

y1_hat =

1.0e+003 *

    0.7122
    0.5519
    0.6157
    0.6314
    0.6516
    0.6743
    0.7340
    0.8980
    0.7121
    0.7182
    0.7159
    0.7603
    0.8040
    0.7333
    0.7063
    0.7178
    0.7397
    0.6508
    0.9690
    0.8136
    0.6371
    0.7784
    0.7304
    0.6899
    0.7165
    0.6825
    0.7248
    0.7455
    0.6659
    0.7778
    0.6790
    0.7419
    0.6931
    0.7599
    0.2971
    0.7798
    0.7964
    0.8272
    0.7038
    0.7194
    0.8981
    1.1160
    1.3970
    0.6689
    0.9943
    0.7366
    0.9427
    0.7821

yla_hat =

    683.7754
    754.8129
    992.8407

rmse_in =

    137.6045

rmse_out =

    204.3764
```

Lampiran M (Lanjutan)

```

mape_in =

    18.1417

mape_out =

    22.9072

smape_in =

    13.5293

smape_out =

    24.0552

1. Name      anfis
2. Type      sugeno
3. Inputs/Outputs  [3 1]
4. NumInputMFs  [2 2 2]
5. NumOutputMFs  8
6. NumRules    8
7. AndMethod    prod
8. OrMethod      max
9. ImpMethod     prod
10. AggMethod    max
11. DefuzzMethod wtaver
12. InLabels     input1
13.              input2
14.              input3
15. OutLabels    output
16. InRange      [154 1173]
17.              [154 1173]
18.              [0 1]
19. OutRange     [154 1397]
20. InMFLLabels  in1mf1
21.              in1mf2
22.              in2mf1
23.              in2mf2
24.              in3mf1
25.              in3mf2
26. OutMFLLabels out1mf1
27.              out1mf2
28.              out1mf3
29.              out1mf4
30.              out1mf5
31.              out1mf6
32.              out1mf7
33.              out1mf8
34. InMFTypes    gaussmf
35.              gaussmf
36.              gaussmf
37.              gaussmf
38.              gaussmf
39.              gaussmf
40. OutMFTypes   linear
41.              linear
42.              linear
43.              linear
44.              linear
45.              linear
46.              linear
47.              linear
48. InMFParams   [431.3 153.5 0 0]
49.              [431.3 1174 0 0]
50.              [432.4 152.4 0 0]
51.              [434.1 1171 0 0]
52.              [0.4261 0.0001284 0 0]
53.              [0.2163 1.066 0 0]
54. OutMFParams  [7.376 -6.735 -0.009877 838.9]

```

Lampiran M (Lanjutan)

55.	[49.22 -40.4 -0.1479 -0.1435]
56.	[-1.736 -4.048 -0.002066 6289]
57.	[4.888 -19.19 -0.03095 0.002667]
58.	[8.759 12.85 0.003966 -1.133e+004]
59.	[0.04295 -4.483 0.05941 -0.001133]
60.	[-1.226 10.47 -0.001611 -9886]
61.	[3.695 -0.6252 -0.02413 -0.07697]
62.	Rule Antecedent [1 1 1]
63.	[1 1 2]
64.	[1 2 1]
65.	[1 2 2]
66.	[2 1 1]
67.	[2 1 2]
68.	[2 2 1]
69.	[2 2 2]
62.	Rule Consequent 1
63.	2
64.	3
65.	4
66.	5
67.	6
68.	7
69.	8
62.	Rule Weight 1
63.	1
64.	1
65.	1
66.	1
67.	1
68.	1
69.	1
62.	Rule Connection 1
63.	1
64.	1
65.	1
66.	1
67.	1
68.	1
69.	1

Lampiran N

(Output Matlab Model ANFIS *Total Market Sepeda Motor Sport*, Fungsi Gauss)

ANFIS info:
 Number of nodes: 34
 Number of linear parameters: 32
 Number of nonlinear parameters: 12
 Total number of parameters: 44
 Number of training data pairs: 48
 Number of checking data pairs: 0
 Number of fuzzy rules: 8

Start training ANFIS ...

1	32.9969
2	32.9961
3	32.9955
4	32.9948
5	32.9941
Step size increases to 0.011000 after epoch 5.	
6	32.9934
7	32.9927
8	32.992
9	32.9913
Step size increases to 0.012100 after epoch 9.	
10	32.9906
11	32.9897
12	32.989
13	32.9882
Step size increases to 0.013310 after epoch 13.	
14	32.9873
15	32.9864
16	32.9857
17	32.9847
Step size increases to 0.014641 after epoch 17.	
18	32.9838
19	32.9829
20	32.9818
21	32.981
Step size increases to 0.016105 after epoch 21.	
22	32.98
23	32.9789
24	32.9778
25	32.9768
Step size increases to 0.017716 after epoch 25.	
26	32.9757
27	32.9745
28	32.9735
29	32.9723
Step size increases to 0.019487 after epoch 29.	
30	32.9711
31	32.9698
32	32.9685
33	32.9673
Step size increases to 0.021436 after epoch 33.	
34	32.966
35	32.9646
36	32.9631
37	32.9618
Step size increases to 0.023579 after epoch 37.	
38	32.9604
39	32.9589
40	32.9574
41	32.9558
Step size increases to 0.025937 after epoch 41.	
42	32.9543
43	32.9527
44	32.951
45	32.9493
Step size increases to 0.028531 after epoch 45.	
46	32.9476

Lampiran N (Lanjutan)

47	32.9458
48	32.9439
49	32.9421
Step size increases to 0.031384 after epoch 49.	
50	32.9403
51	32.9383
52	32.9362
53	32.9342
Step size increases to 0.034523 after epoch 53.	
54	32.9322
55	32.9301
56	32.9279
57	32.9257
Step size increases to 0.037975 after epoch 57.	
58	32.9235
59	32.921
60	32.9187
61	32.9164
Step size increases to 0.041772 after epoch 61.	
62	32.9139
63	32.9113
64	32.9086
65	32.906
Step size increases to 0.045950 after epoch 65.	
66	32.9034
67	32.9005
68	32.8977
69	32.8948
Step size increases to 0.050545 after epoch 69.	
70	32.892
71	32.8889
72	32.8857
73	32.8826
Step size increases to 0.055599 after epoch 73.	
74	32.8795
75	32.8761
76	32.8727
77	32.8693
Step size increases to 0.061159 after epoch 77.	
78	32.866
79	32.8623
80	32.8585
81	32.8549
Step size increases to 0.067275 after epoch 81.	
82	32.8512
83	32.8472
84	32.8431
85	32.8391
Step size increases to 0.074002 after epoch 85.	
86	32.835
87	32.8307
88	32.8263
89	32.8219
Step size increases to 0.081403 after epoch 89.	
90	32.8176
91	32.8128
92	32.8081
93	32.8033
Step size increases to 0.089543 after epoch 93.	
94	32.7986
95	32.7935
96	32.7883
97	32.7832
Step size increases to 0.098497 after epoch 97.	
98	32.7781
99	32.7725
100	32.7669

Lampiran N (Lanjutan)

Designated epoch number reached --> ANFIS training completed at epoch 100.

yl_hat =

136.5308
 188.7547
 166.7323
 183.9623
 177.7744
 198.5715
 239.4954
 156.4974
 183.0378
 180.2280
 159.6718
 136.7895
 106.2142
 145.9885
 133.9260
 153.5256
 168.8764
 160.9802
 259.0665
 243.7036
 194.9505
 239.7382
 177.1277
 149.6728
 140.9595
 50.3399
 172.2275
 185.0451
 182.5321
 217.9193
 429.1647
 335.7017
 376.5217
 369.3312
 310.4142
 342.9751
 254.4432
 373.8720
 410.4713
 463.1907
 457.7957
 425.1017
 521.9647
 379.0746
 404.1813
 290.6976
 266.1112
 307.1217

Warning: Some input values are outside of the specified input range.

> In evalfis at 76

Warning: Some input values are outside of the specified input range.

> In evalfis at 76

Warning: Some input values are outside of the specified input range.

> In evalfis at 76

yla_hat =

1.0e+005 *

 0.0228
 -1.3771
 0.0028

Lampiran N (Lanjutan)

```
rmse_in =  
  
32.7669  
  
rmse_out =  
  
7.9706e+004  
  
mape_in =  
  
10.5843  
  
mape_out =  
  
1.3980e+004  
  
smape_in =  
  
10.0261  
  
smape_out =  
  
117.2864  
  
1. Name      anfis  
2. Type      sugeno  
3. Inputs/Outputs  [3 1]  
4. NumInputMFs  [2 2 2]  
5. NumOutputMFs    8  
6. NumRules      8  
7. AndMethod      prod  
8. OrMethod       max  
9. ImpMethod      prod  
10. AggMethod     max  
11. DefuzzMethod  wtaver  
12. InLabels      input1  
13.               input2  
14.               input3  
15. OutLabels     output  
16. InRange       [37 429]  
17.               [37 522]  
18.               [37 507]  
19. OutRange      [37 522]  
20. InMFLabels    in1mf1  
21.               in1mf2  
22.               in2mf1  
23.               in2mf2  
24.               in3mf1  
25.               in3mf2  
26. OutMFLabels   out1mf1  
27.               out1mf2  
28.               out1mf3  
29.               out1mf4  
30.               out1mf5  
31.               out1mf6  
32.               out1mf7  
33.               out1mf8  
34. InMFTypes     gaussmf  
35.               gaussmf  
36.               gaussmf  
37.               gaussmf  
38.               gaussmf  
39.               gaussmf  
40. OutMFTypes    linear  
41.               linear  
42.               linear  
43.               linear  
44.               linear
```

Lampiran N (Lanjutan)

```

45.      linear
46.      linear
47.      linear
48. InMFParams      [165.7 36.36 0 0]
49.      [167.5 428.2 0 0]
50.      [203.7 36.57 0 0]
51.      [203.9 523.4 0 0]
52.      [199.4 36.96 0 0]
53.      [199.5 507.1 0 0]
54. OutMFParams      [61.64 -58.93 -20.69 3104]
55.      [-260.4 113 -71.06 2.216e+004]
56.      [-164.4 -14.08 26.16 1.994e+004]
57.      [436.7 -83.63 48.99 -3.263e+004]
58.      [60.56 270.9 135.2 -5.195e+004]
59.      [-240.2 -625.4 403.3 3.478e+004]
60.      [-223.7 191.6 -55.28 -1.677e+004]
61.      [347.5 -167.8 -179.1 3.519e+004]
62. Rule Antecedent [1 1 1]
63.      [1 1 2]
64.      [1 2 1]
65.      [1 2 2]
66.      [2 1 1]
67.      [2 1 2]
68.      [2 2 1]
69.      [2 2 2]
62. Rule Consequent 1
63.      2
64.      3
65.      4
66.      5
67.      6
68.      7
69.      8
62. Rule Weight      1
63.      1
64.      1
65.      1
66.      1
67.      1
68.      1
69.      1
62. Rule Connection 1
63.      1
64.      1
65.      1
66.      1
67.      1
68.      1
69.      1
>>

```

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama lengkap I Made Bayu Kurniawan dilahirkan di Tabanan, 9 Mei 1992 sebagai anak kedua dari ayahanda I Wayan Selatra, S.Pd dan ibunda Ni Made Sekar, S.Pd. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Pradnya Pramita, SD Negeri 5 Dauh Peken, SMP Negeri 1 Tabanan dan SMA Negeri 1 Tabanan. Tahun 2010 silam, penulis melanjutkan studi di Jurusan Statistika FMIPA-ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 1310100008. Selama kuliah, penulis terlibat aktif dalam berbagai organisasi dan kepanitiaan. Penulis pernah menjabat sebagai Manager Analisis Data divisi PST Himasta ITS, Kabiro Kesekretariatan Departemen Umum TPKH ITS, dan Ketua Asrama Mahasiswa Bali Tirtha Gangga. Selain menjalankan kewajiban sebagai mahasiswa, penulis juga belajar mengaplikasikan ilmu statistika di dunia nyata dengan pengalaman sebagai surveyor, jasa konsultan statistika dan penulis juga pernah melaksanakan kerja praktek di PT. Pertamina UPMS V Surabaya. *“Someone who doesn’t care about the past is someone who doesn’t have the future”* merupakan motto hidup yang selalu diingat penulis dalam menggapai cita-cita sekaligus yang mendorong penulis untuk mengambil tugas akhir dengan tema *time series* ini. Apabila pembaca ingin memberikan kritik dan saran serta ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini, pembaca dapat menghubungi penulis melalui *e-mail* : kim.bayy@gmail.com.